سلسلة المشاريع الالكترونية (٥)

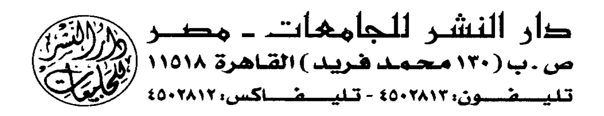
مصادر القدرة المستمرة
ومثبتات الجهد المتردد

إعـــداد

المهندس/أحمد عبد المتعال المهندس/ حمدى السيد متولى

الكتاب : مصادر القدرة المستمرة ومثبتات الجهد المتردد
(سلسلة المشاريع الإلكترونية - ٥)
المؤلف : م. أحمد عبد المتعال - م. حمدى السيد متولى
رقم الطبعة : الأولى
تاريخ الإصدار : ١٤٢٤هـ - ٢٠٠٣م

الناشر : دار النشر للجامعات
رقم الإيداع : ٩٧/١٣٧٤٤
الترقيم الدولى : ISBN: 977-5526-87-6
الكود : ٢/٨٦



مصادر القدرة المستمرة
ومثبتات الجهد المتردد

بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (١٥) ﴾

[الأحقاف : ١٥]

صدق الله العظيم

المحتويات

الموضوع **الصفحة**

الباب الأول

المفاهيم الأساسية لمصادر القدرة

الباب الثانى

دوائر عملية لمصادر القدرة الخطية

الخالية من المنظمات المتكاملة

الباب الثالث

دوائر عملية لمصادر القدرة الخطية

ذات المنظمات المتكاملة

الباب الرابع

مثبتات الجهد المتردد

A.C Voltage Stablizers

الباب الأول

المفاهيم الأساسية لمصادر القدرة

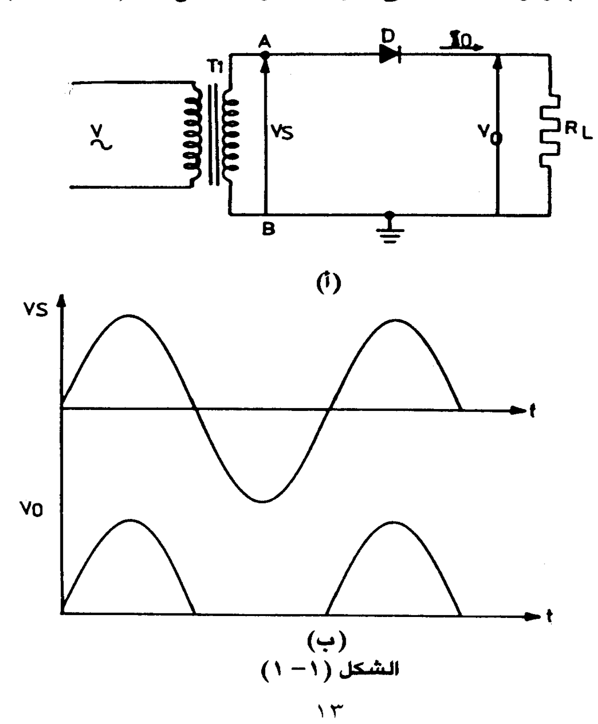
المفاهيم الأساسية لمصادر القدرة

١ / ١- دوائر التوحيد Rectification Circuits

تقوم دوائر التوحيد بتحويل التيار المتردد AC إلى تيار مستمر DC . وهناك عدة أنواع من دوائر التوحيد الأحادية الوجه Single Phase وهى :

١- دوائر توحيد نصف الموجة والشكل (١-١) يعرض دائرة توحيد نصف موجة تستخدم موحد D الشكل (أ) .

أما الشكل (ب) فيبين موجة الجهد على أطراف الملف الثانوى للمحول T_1 (الجهد V_S) وموجة الجهد على أطراف مقاومة الحمل R_L (الجهد V_O) .

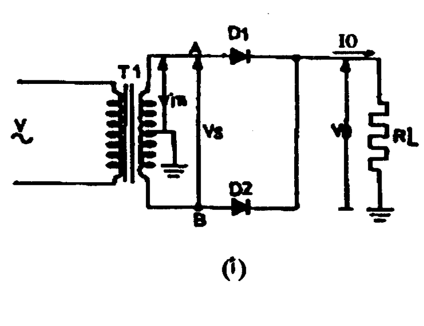


(ب)

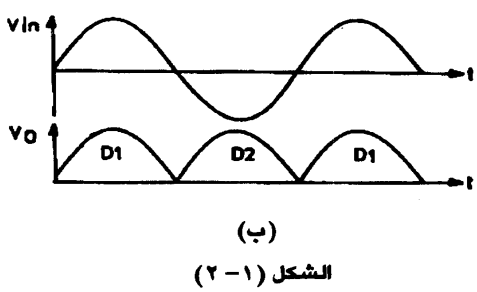
الشكل (١ - ١)

٢– دوائر توحيد الموجة الكاملة. وهناك نوعان من هذه الدوائر هما كما يلى :

أ– **دوائر توحيد بنقطة تفرع فى المنتصف** والشكل (١–٢) يعرض دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام محول له نقطة تفرع فى المنتصف، ويستخدم فى هذه الدائرة موحدان وهما D_1, D_2 الشكل (أ) أما الشكل (ب) فيعرض موجة الجهد بين النقطة A ونقطة المنتصف (Vin)، وكذلك موجة الخرج على أطراف مقاومة الحمل R_L الجهد (Vo).



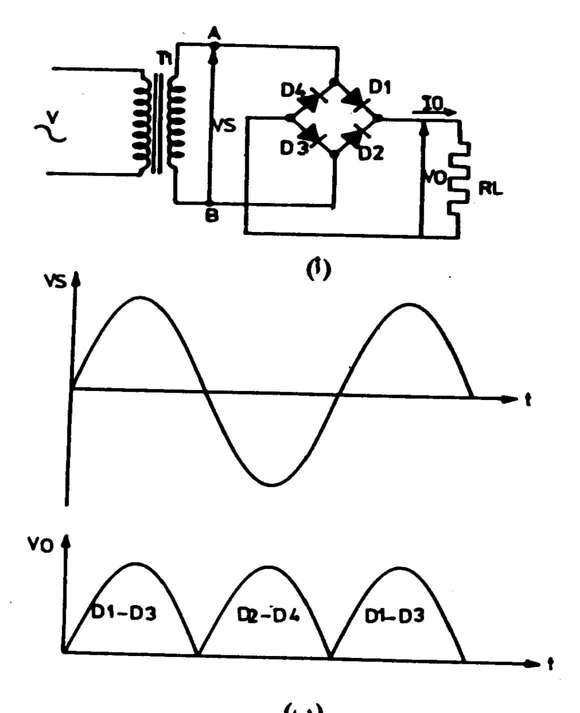
(أ)



(ب)

الشكل (١– ٢)

ب– **دائرة توحيد الموجة الكاملة باستخدام قنطرة التوحيد**. والشكل (١–٣) يعرض دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام قنطرة توحيد الشكل (أ) حيث يستخدم فيها أربعة موحدات D_1 -D_4. أما الشكل (ب) فيعرض موجة الجهد للملف الثانوى للمحول (الجهد Vs) وكذلك موجة الجهد على أطراف مقاومة الحمل R_L (الجهد Vo).



(ب)

الشكل (١-٣)

والجدول (١ - ١) يعقد مقارنة بين خواص دوائر التوحيد السالفة الذكر.

الجدول (١ - ١)

نوع دائرة التوحيد / وجه المقارنة	دائرة توحيد نصف موجة	محول بنقطة منتصف	قنطرة توحيد
جهد الخرج Vo	0.45 Vs	0.45 Vs	0.9 Vs
تيار الخرج Io	0.64 Is	1.27 Is	0.9 Is
سعة المحول VA	3.5 IoVo	1.74 IoVo	1.23 IoVo
جهد ثانوى المحول Vs	2.2 Vo	2.2 Vo	1.1 Vo
تيار الموحد	Io	0.5 Io	0.5 Io
الجهد العكسى الأقصى للموحد PIV	3.14 Vo	3.14 Vo	1.57 Vo

حيث إن :

Vs	جهد الملف الثانوى للمحول (متردد)
Is	تيار الملف الثانوى للمحول
VA	سعة المحول
Vo	جهد الخرج (مستمر)
Io	تيار الحمل (مستمر)
PIV	الجهد العكسى الأقصى للموحد

ويمكن رفع الجهد المستمر فى دوائر التوحيد السابقة وكذلك تنعيم الخرج – أى جعله بدون ذبذبات – وذلك بتوصيل مكثف كيميائى بالتوازى مع الحمل .

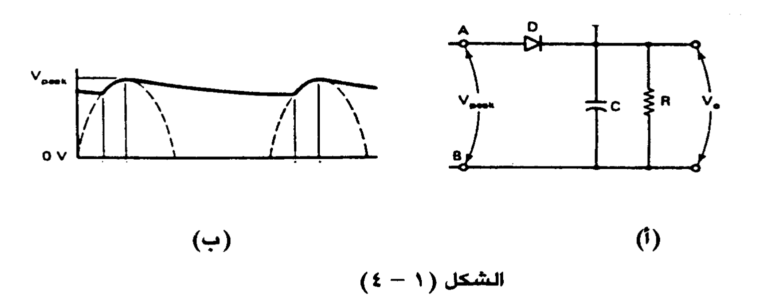
والجدول (١ – ٢) يعقد مقارنة بين الدوائر السابقة عند إضافة مكثف كيميائى بالتوازى مع الحمل .

الجدول (١ - ٢)

وجه المقارنة	دائرة توحيد نصف موجة	محول بنقطة منتصف	قنطرة توحيد
الجهد الخارج Vo	1.41 Vs	0.71 Vs	1.41 Vs
التيار الخارج Io	0.28 Is	Is	0.62 Is
أقل سعة للمكثف μF	4700 Io	2200 Io	2200 Io
جهد التشغيل للمكثف	2.82 Vs	1.4 Vs	2.82 Vs
سعة المحول VA	2.53 Vo Io	1.4 Vo Io	1.41 VoIo
جهد ثانوى المحول Vs	0.71 Vo	1.41 Vo	0.71 Vo

والشكل (١–٤) يعرض شكل دائرة توحيد نصف موجة مزودة بمكثف

بالتوازى مع الحمل لتنعيم الخرج (أ) وكذلك موجة الجهد الخارجة على الحمل (ب).



(ب) (أ)

الشكل (١ – ٤)

١ / ٢– دوائر مصادر القدرة الأساسية غير المنتظمة

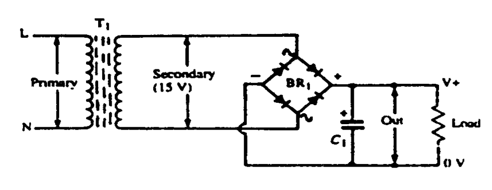
إن أكثر الأجهزة الالكترونية تستخدم مصادر قدرة تقليدية والتى تتكون من :

١– محول خفض يقوم بخفض جهد مصدر التيار المتردد للجهد المطلوب كما أنه يقوم بعزل مصدر التيار المستمر عن مصدر التيار المتردد.

٢– وحدة التوحيد والترشيح تقوم بتحويل الجهد المتردد على الجانب الثانوى للمحول لجهد مستمر ناعم (بدون ذبذبات).

والشكل (١ – ٥) يعرض نموذجًا للدائرة التى يكثر استخدامها كمصدر غير منتظم وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر (Vo) وجهد الملف الثانوى المتردد للمحول (Vs)

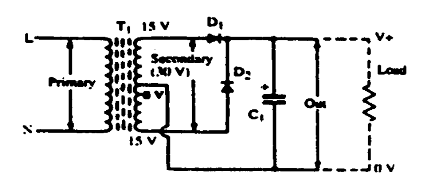
$$Vo = 1.41\ Vs \rightarrow 1.1$$



الشكل (١ – ٥)

كما أن الشكل (١-٦) يعرض نموذجًا آخر لمصدر قدرة غير منتظم أحادى باستخدام محول بنقطة تفرع وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر Vo وجهد الملف الثانوى للمحول Vs .

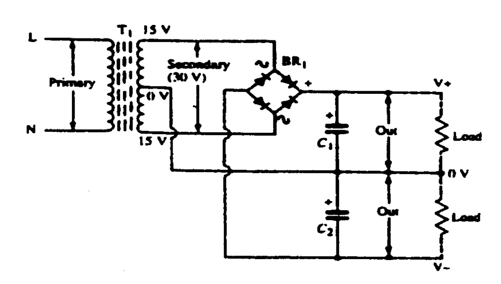
$$Vo = 0.71\ Vs \rightarrow 1.2$$



الشكل (١-٦)

أما الشكل (١-٧) فيعرض نموذجًا لدائرة مصدر قدرة غير منتظم ومزدوج أى يعطى جهداً موجبًا +V وجهداً سالبًا -V وفيما يلى العلاقة بين جهد الملف الثانوى للمحول Vs وجهد الخرج Vo

$$+Vo = -Vo = 0.71\ Vs \rightarrow 1.3$$



الشكل (١-٧)

١ / ٣- مصادر القدرة المنتظمة

تحتاج جميع الأجهزة الالكترونية إلى مصدر تيار مستمر وبعضها يستخدم بطارية جافة، فى حين أن معظم الأجهزة تحتاج لوحدة تقوم بتحويل مصدر التيار المتردد إلى تيار مستمر. وتنحصر وظيفة مصدر القدرة فى تغذية الدائرة بالجهد

والتيار المطلوب باقل مستوى من التذبذبات Ripples مع ثبات الجهد مهما تغير الحمل. وهناك خاصية أخرى مهمة لمصادر القدرة الحديثة وهى تحديد تيار الخرج لعدم تجاوز التيار الأقصى المسموح به. **وهناك عدة طرق لتحديد ذلك أهمها ما يلى:**

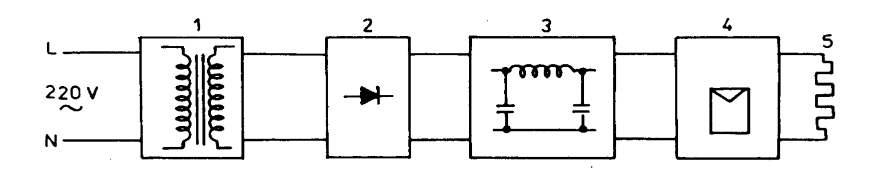
١- استخدام مصادر قدرة خطية Linear Power Supply

٢- استخدام مصادر قدرة تعمل بمبدأ التقطيع Switching Mode Power Supply

ولكل من هاتين الطريقتين مميزاتها وعيوبها سنوضحها فى الفقرات القادمة.

١ / ٣ / ١- مصادر القدرة الخطية

الشكل (١-٨) يعرض العناصر الأساسية فى مصادر القدرة الخطية وهى كما يلى:



الشكل (١-٨)

١- المحول

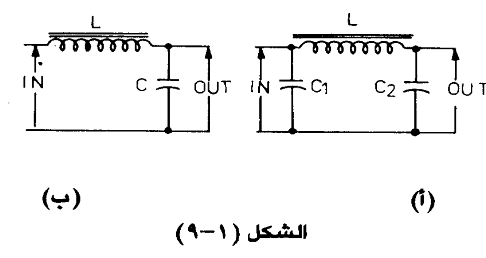
ويقوم المحول (1) بخفض جهد المصدر وعزل جانب التيار المستمر عن التيار المتردد.

٢- دائرة التوحيد

وتقوم هذه الدائرة بتحويل التيار المتردد فى الجانب الثانوى للمحول إلى تيار مستمر وهناك عدة دوائر مختلفة للتوحيد كما بالفقرة (١-١).

٣- المرشح

ويقوم المرشح بإزالة التموجات Ripples المصاحبة لخرج دائرة التوحيد، مما يؤدى إلى رفع قيمة جهد الخرج. ويأخذ المرشح صوراً مختلفة بعضها مبين بالشكل (١-٩).



(ب) (أ)

الشكل (١-٩)

فالشكل (أ) يعرض مُرَشِّحاً بدخل مكثف ويستخدم مع مصادر القدرة الصغيرة. والشكل (ب) يعرض مُرَشِّحاً بدخل ملف خانق ويستخدم مع مصادر القدرة الكبيرة وعادة يستخدم ملفات يتراوح حثها 1:5 H في حين أن C_2 تكون سعته في حدود 500 μF وأحيانًا يتم استبدال الملف بسلك ملفوف مقاومته صغيرة (22Ω) تقريبًا.

٤- منظم الجهد

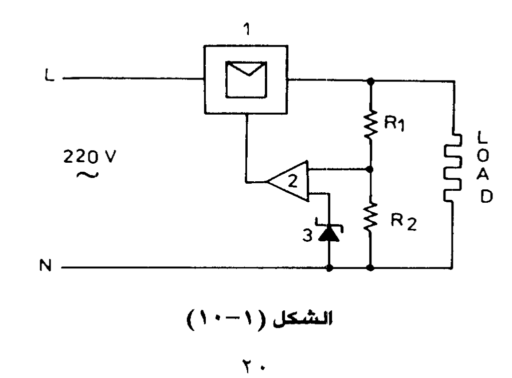
يعمل المنظم على المحافظة على جهد الخرج ثابتًا بغض النظر عن تغير الأحمال (تغير تيار الحمل) **وتتكون منظمات الجهد الخطية من:**

١- عنصر تحكم.

٢- عنصر جهد مرجع مثل موحد الزينر.

٣- مكبر الخطأ.

والشكل (١-١٠) يعرض مخططًا صندوقيًا لمصدر القدرة الخطي.



الشكل (١-١٠)

ففى حالة وجود أى اختلاف بين جهد الخرج وجهد المرجع يكبر بواسطة مكبر الخطأ ويقوم عنصر التحكم بتغيير جهد الخرج للوصول لخطأ يساوى الصفر.

وأهم مميزات مصادر القدرة الخطية أن الخرج يتم التحكم فيه بصفة مستديمة للوصول للثبات المطلوب للجهد عند حدوث أى تغير فى الحمل.

وفيما يلى المواصفات الفنية لأحد مصادر القدرة الخطية :

١- ثبات الخط Line Stability يساوى (10000:1) يعنى هذا أن حدوث تغير فى جهد الدخل مقداره 10 V يقابله تغير فى الخرج مقداره 1 mv .

٢- تذبذبات الخرج Output Ripples يساوى (0.1 mv pk-pk) أى أن أقصى قيمة للتذبذبات فى الخرج من القمة العلوية للقمة السفلية يساوى 0.1 mv.

٣- معاوقة الخرج للتيار المستمر 0.05 Ω .

٤- معامل درجة الحرارة 200 μv/°c أى حدوث تغير فى الخرج مقداره 200 μv لكل ارتفاع 1°c لدرجة الحرارة المحيطة.

٥- تنظيم الحمل Load Regulation 0.033% عند تغير الحمل من اللا حمل إلى الحمل الكامل يعنى هذا أن جهد الخرج يتغير بمقدار 5 mv عند الحمل الكامل.

ويُنصح عادة باستخدام مصادر القدرة الخطية حتى 100 W وأكثر من ذلك يُفضل استخدام مصادر القدرة التى تعمل بمبدأ التقطيع، وذلك لاعتماد مصادر القدرة الخطية فى عملها على فقد جزء من القدرة فى منظم الجهد الذى يعمل كمقاومة متغيرة.

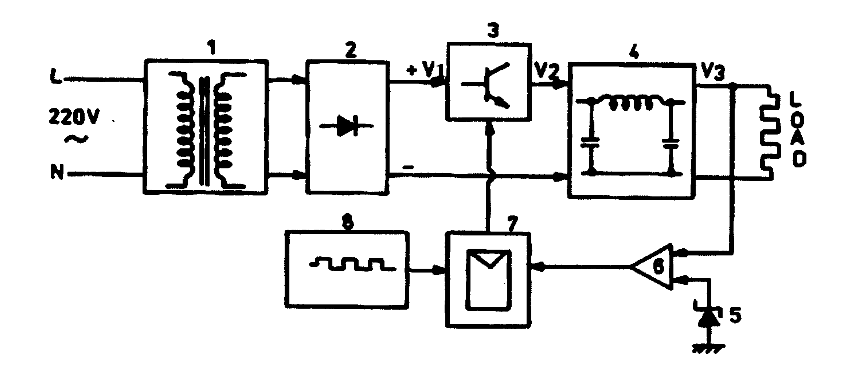
أما مصادر القدرة التى تعمل بمبدأ التقطيع، فتستخدم مقطع ترانزستورى بدلاً من استخدام مبدأ المقاومة المتغيرة.

١ / ٣ / ٢ - مصادر القدرة التى تعمل بمبدأ التقطيع

يوجد نظامان مختلفان لهذه المصادر وهما كما يلى :

النظام الأول :

نظام التقطيع الثانوى حيث يستخدم ترانزستور له سرعة وصل وفصل أكبر من 20KHZ كما بالشكل (١-١١).



الشكل (١-١١)

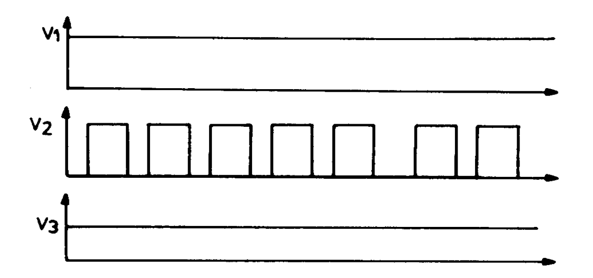
وفيما يلى العناصر الأساسية لنظام التقطيع الثانوى :

محول خفض	1
دائرة توحيد	2
المفتاح	3
مرشح	4
وحدة جهد مرجع	5
مقارن خطأ	6
وحدة تحكم فى دورة الخدمة Duty cycle	7
مذبذب لا مستقر	8

ويقوم المقارن بمقارنة جهد المرجع القادم من الوحدة (5) مع جهد الخرج على أطراف الحمل V3 ويقوم بتكبير الخطأ.

ويستخدم خرج هذا المكبر فى التحكم فى دائرة التحكم فى دورة الخدمة والتى تحتاج لدخل موجة مربعة من مذبذب لا مستقر، ومن ثم تقوم هذه الدائرة بالتحكم فى المفتاح Switch.

والشكل (١-١٢) يوضح فكرة التحكم فى جهد الخرج .



الشكل (١-١٢)

حيث إن :

V_1 هو الجهد الخارج من دائرة التوحيد .

V_2 هو الجهد الخارج من المفتاح .

V_3 هو الجهد الخارج من المرشح والذى يصل إلى الحمل

معامل دورة الخدمة DC يساوى

$$DC = \frac{Ton}{Ton + Toff} \rightarrow 1.4$$

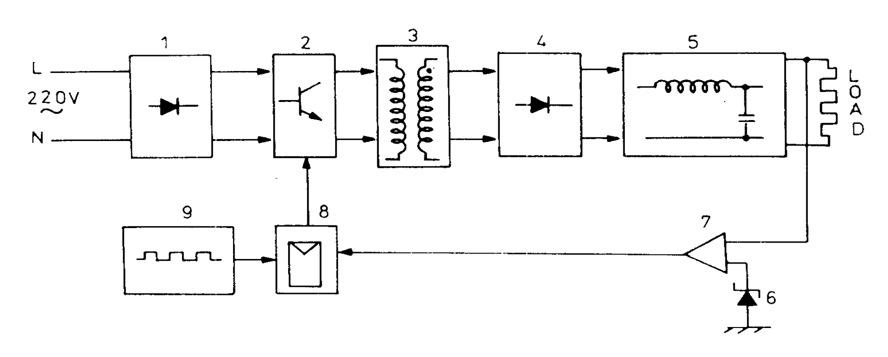
فكلما زاد معامل دورة الخدمة زاد جهد الخرج والعكس بالعكس حيث إن جهد الخرج

$$Vout = Vin \times D.C \rightarrow 1.5$$

النظام الثانى :

ويسمى بنظام التقطيع الابتدائى، حيث يستخدم نظام تقطيع فى الجانب الابتدائى للمحول لرفع تردد المصدر، وبذلك يمكن استخدام محولات ذات أحجام صغيرة مقارنة بتلك المستخدمة مع تردد 50 HZ .

والشكل (١-١٣) يبين العناصر الأساسية فى هذا النظام.



الشكل (١-١٣)

عناصر الدائرة:

دائرة توحيد	1
مفتاح	2
محول خفض	3
دائرة توحيد	4
مرشح	5
عنصر جهد المرجع	6
مكبر الخطأ	7
دائرة تضمين بعرض النبضات	8
مولد نبضات	9

ولا يختلف عمل هذا النظام عن النظام السابق إلا فى مكان التقطيع، ففى هذا النظام يكون التقطيع للتحكم فى قيمة الجهد فى الجانب الابتدائى للمحول بمبدأ التضمين بعرض النبضات، أما النظام السابق فإن التقطيع يكون للتحكم فى دورة الخدمة ويكون فى الجانب الثانوى للمحول.

١ / ٤ – مصادر القدرة الخطية الخالية من منظمات الجهد المتكاملة

١ / ٤ / ١ – مصادر القدرة ذات المنظمات المتوازية

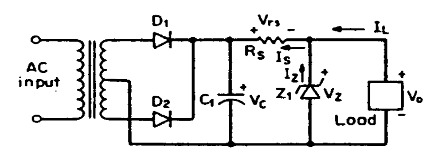
Shunt-Regulated Power Supplies

الشكل (١–١٤) يعرض نموذجاً لمصدر قدرة بمنظم جهد متوازى عبارة عن موحد زينر يوصل بالتوازى مع الحمل وهذه الدائرة تستخدم فى التطبيقات التى تحتاج لتيار منخفض لا يتعدى 100 mA .

والمعادلات الآتية تفيد فى اختيار عناصر هذه الدائرة :

$V_O = V_Z = V_C - I_S R_S \rightarrow 1.6$

$I_S = I_Z + I_L \rightarrow 1.7$



الشكل (١–١٤)

حيث إن :

جهد الخرج المستمر	V_o
جهد موحد الزينر	V_z
الجهد على أطراف المكثف C1	V_c
تيار الحمل	I_L
التيار المار فى المقاومة Rs	I_s
تيار موحد الزينر	I_z

ويقوم موحد الزينر Z_1 بالمحافظة على جهد أطراف الحمل ثابتة .

١ / ٤ / ٢- مصادر القدرة ذات المنظمات المتوالية

Series- Regulated Power Supplies

الشكل (١-١٥) يعرض نموذجًا لمصدر قدرة بمنظم جهد توالى، حيث يستخدم الترانزستور Q_1 لامتصاص فرق الجهد بين جهد الدخل وجهد الخرج ولزيادة تيار الحمل .

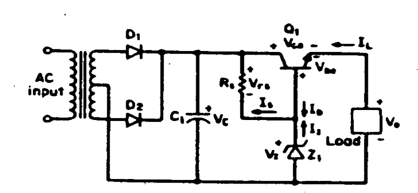
والمعادلات التالية تفيد فى اختيار العناصر المختلفة لهذه الدائرة

$V_o = V_c - V_{ce} \rightarrow 1.8$

$V_o = V_z - V_{be} \rightarrow 1.9$

$I_z = I_s - I_b \rightarrow 1.10$

$$I_z = \frac{V_c - V_z}{R_s} - \frac{I_L}{H_{FE}} \rightarrow 1.11$$



الشكل (١-١٥)

حيث إن :

جهد الحمل المستمر	V_o
الجهد على أطراف المكثف	V_c
جهد ثنائى الزينر	V_z

فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور Q_1	V_{ce}
فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور Q_1	V_{be}
تيار الزينر	I_z
التيار المار فى المقاومة R_s	I_s
تيار قاعدة الترانزستور Q_1	I_b
معامل كسب التيار للترانزستور Q_1	H_{FE}

نظرية عمل الدائرة :

من المعروف أنه عند تحول الترانزستور لحالة التشبع فإن فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور V_{be} يكون ثابتا ويساوى 0.7V تقريباً .

و حيث إن جهد ثنائى الزينر V_z ثابت لذلك سيكون جهد الحمل V_o ثابتا، وعند تغير جهد الخط المتردد سيتغير الجهد على أطراف المكثف V_c مما يؤدى إلى تغير فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور V_{ce} كى يبقى V_o ثابتا .

١ / ٥- مصادر القدرة ذات المنظمات المتكاملة

تنقسم منظمات الجهد المتكاملة إلى :

١- منظمات لها خرج ثابت Fixed Voltage Regulators

٢- منظمات لها خرج قابل للمعايرة Variable Voltage Regulators

وتتميز منظمات الجهد المتكاملة باحتوائها على نظام داخلى يعمل على قطع جهد الخرج عند تعدى تيار الحمل للقيمة العظمى المسموح بها وأيضاً عند ارتفاع درجة حرارتها .

١ / ٥ / ١- المنظمات ذات الخرج الثابت

تنقسم هذه المنظمات إلى عائلتين وهما :

أ- منظمات الجهد الموجبة طراز ...78

ب- منظمات الجهد السالبة طراز ...79

علماً بأن هذه المنظمات تتواجد بقيم مختلفة لتيار وجهد الخرج، ويمكن معرفة الجهد المقنن والتيار الأقصى لمنظم الجهد الثلاثى الأرجل ذات الخرج الثابت من الامتداد (٠٠٠) فالتيار الأقصى يشار إليه بالجزء الأول من الامتداد حيث إن :

L = 100 mA, بدون = 1A , S = 2A , T = 3 A

بينما الجهد المقنن يشار إليه بالجزئين التاليين من الامتداد وأهم الجهود المقننة القياسية هى (5, 6, 9, 12, 15, 24V) فعلى سبيل المثال 7805 هو منظم جهد ثلاثى ثابت الخرج يعطى جهد خرج +5V وتيار أقصى 1A فى حين أن الدائرة المتكاملة 79L15 هو منظم جهد ثلاثى ثابت الخرج يعطى جهداً مقنناً 15 V− وتياراً أقصى 100 mA وهكذا. وعادة فإن جهد دخل المنظم نحصل عليه من المعادلة :

$$V_o + 3 \leq V_i \leq V_o + 6 \rightarrow 1.12$$

حيث إن :

جهد الخرج للمنظم V_o

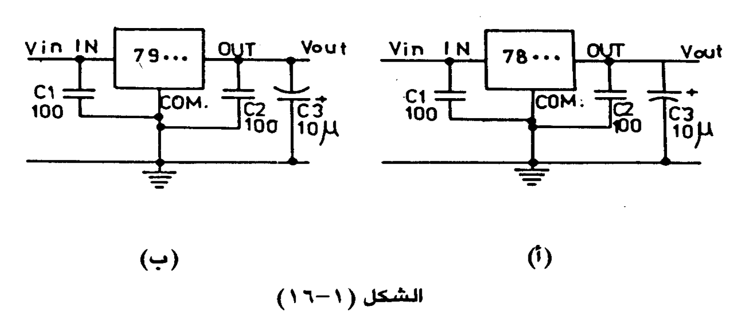
جهد الدخل للمنظم V_i

والجدول (١-٣) يعرض خواص منظمات الجهد الثابتة

الجدول (١-٣)

الطراز	حدود الدخل	تنظيم الخط	تنظيم الحمل	معامل طرد الذبذبات
MC 7805CT	7.2:35V	7 mV 7 V ≤ Vi ≤ 25V	40 mV 5mA≤Io≤1.5A	68 dB 8≤Vi≤18V
MC 7812 CT	14.5:35V	13 mV 14.5V≤Vi≤30V	46 mV 5mA≤Io≤1.5A	
MC 7815 CT	17.6:35V	13 mV 27V≤Vi≤38V	52mV 5mA≤Io≤1.5A	56 dB 18.5V≤Vi≤28.5V
MC 7905CT	-7.2: -35V	35 mV -7V≤Vi≤-25V	11 mV 5mA≤Io≤1.5A	70 dB Io = 20 mA
MC 7912 CT	-14.5:-35V	55 mV -14.5V≤Vi≤-38V	46 mV 5 mA≤Io≤1.5A	61 dB Io = 20 mA
MC 7915 CT	-17.6:-35V	57 mV -17.5V≤Vi≤-30V	68 mV 5mA≤Io≤1.5A	60 dB Io = 20 mA

والشكل (١-١٦) يعرض دائرتين أساسيتين للمنظمات الثلاثية الأرجل الثابتة الجهد حيث الدائرة (أ) صممت للحصول على جهد خرج موجب والدائرة (ب) صممت للحصول على جهد خرج سالب .

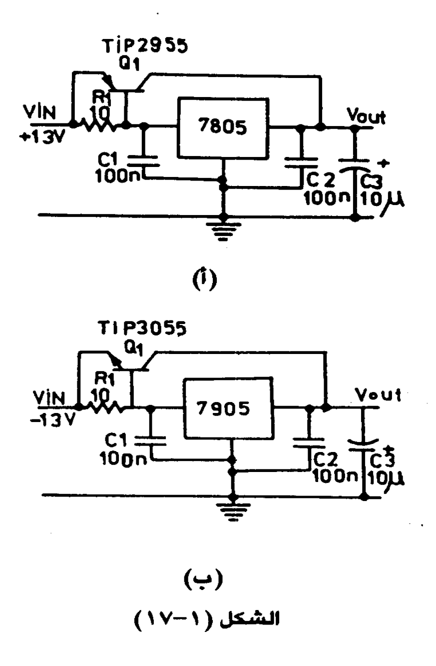


الشكل (١-١٦)

والشكل (١-١٧) يعرض دائرتين مختلفتين لزيادة تيار المنظمات الثابتة الجهد الثلاثية الأرجل . فالشكل (أ) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج موجب، أما الشكل (ب) فيعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج سالب .

ويتم توصيل المكثفات عادة على التوازى مع مداخل ومخارج المنظمات الثلاثية الأرجل لتجنب عدم الاتزان عند الترددات العالية .

علماً بأن جهد الدخل غير المنظم يجب أن يكون فى الحدود الموصى بها من قبل الشركة المصنعة والمبينة فى الجدول (١-٣) . كما أنه يجب تثبيت هذه المنظمات على مشتتات للحرارة Heat Sinks بأحجام تعتمد على توصيات الشركات المصنعة .

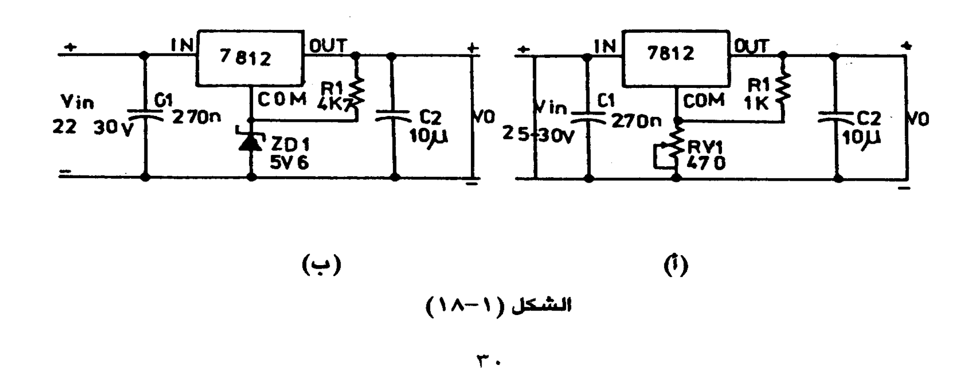


(أ)

(ب)

الشكل (١-١٧)

والشكل (١-١٨) يوضح طرق زيادة جهد الخرج للمنظمات الثلاثية الأرجل ذات الخرج الثابت .



(ب) (أ)

الشكل (١-١٨)

ففى الشكل (أ) يعتمد خرج المنظم على قيمة المقاومة المتغيرة RV_1 ويساوى 12V، عندما تكون قيمة RV_1 تساوى 0Ω فى حين يساوى 20V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 تساوى 470 .

أما الشكل (ب) فإن جهد الخرج للمنظم يساوى 17.6 V بدلاً من 12V وذلك لأن جهد الخرج فى هذه الحالة يساوى جهد الخرج المعتاد للدائرة المتكاملة 7812 مضافًا إليه جهد الانحياز العكسى لثنائى الزينر Z_1 أى أن :

$$V_o = 12 + 5.6 = 17.6\ V$$

١ / ٥ / ٢ - المنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة :

الجدول (١ - ٤) يبين المواصفات الفنية لأهم الدوائر المتكاملة للمنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة .

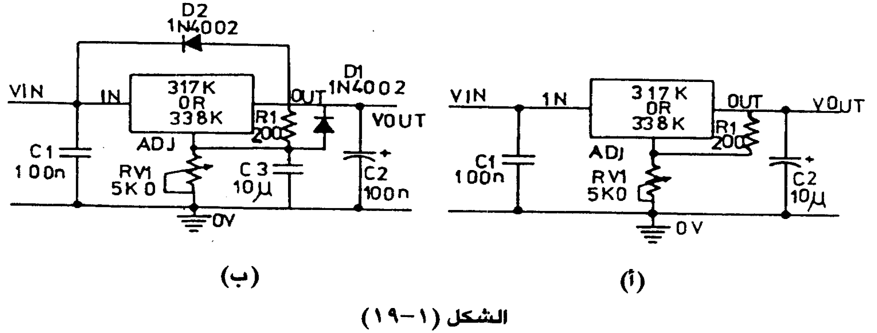
الجدول (١-٤)

المواصفات الفنية / الطراز	LM 338K	LM 317T	LM 317K	LM 317MP	LM 317LZ
أقصى تيار خرج	+ 5A	+1.5A	1.5 A	+500mA	+100mA
جهد الخرج	1.2:32V	1.2:37V	1.2:37V	1.2:37V	1.2:37V
حدود جهد الدخل	4:35V	4:40V	4:40V	4:40V	4:40V

ولهذه المنظمات ثلاث أرجل هى : رجل للدخل Input، ورجل الخرج Output، ورجل للضبط Adjust .

وتتميز منظمات الجهد الثلاثية الأرجل القابلة للمعايرة بأن فرق الجهد بين رجل الخرج ورجل الضبط يساوى 1.25 V .

والشكل (١-١٩)(أ) يعرض طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة طراز 338 K, 317 K .



الشكل (١-١٩)

ويمكن تعيين جهد الخرج من المعادلة التالية :

$$V_{out} = 1.25 \left(1 + \frac{R_{V1}}{R_1}\right) \rightarrow 1.13$$

$$= 1.25 \left(1 + \frac{0:5000}{200}\right)$$

$$= (1.25:32.5V)$$

كما يمكن الحصول على قيم أخرى لجهد الخرج بتغيير قيم المقاومات R_1, R_{V1} بحيث لا تزيد R_1 عن (355Ω).

والشكل (١-١٩)(ب) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 317K, 338K مع حماية كاملة للمنظم من القصر عند المدخل وكذلك عند المخرج. فعند حدوث قصر عند المدخل فإن المكثف C_2 سوف يفرغ شحنته فى مخرج المنظم وهذا قد يسبب الانهيار للمنظم ولذا يوضع الموحد D_2 لعمل مسار بديل لمرور شحنة المكثف C_2 خلاله ويجب أن يكون D_2 قادراً على تحمل تيار يصل إلى 15A وهو شدة تيار القصر.

وبالمثل فإن الموحدة D_1 يمرر شحنة المكثف C_3 عند حدوث قصر فى مدخل أو مخرج المنظم، وبالتالى يمنع تفريغ المكثف فى المنظم.

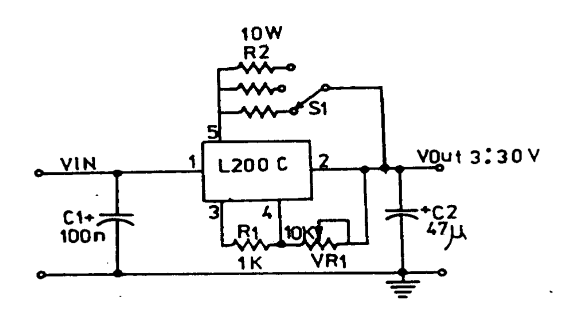
١ / ٥ / ٣- المنظمات المتكاملة ذات الجهد والتيار القابل للمعايرة :

من أشهر هذه المنظمات الدائرة المتكاملة L200C حيث تعطى خرجًا قابلاً

للمعايرة يتراوح ما بين (2.8V:36V) وتياراً قابلاً للمعايرة بحد أصى 2A .

وهذه الدائرة المتكاملة مزودة بحماية ضد تجاوز جهد الدخل عن 60V ودائرة وقاية ضد القصر.

والشكل (١-٢٠) يبين طريقة استخدام الدائرة المتكاملة L200C لتنظيم الجهد والتيار.



الشكل (١-٢٠)

كما يمكن حساب قيمة كل من جهد خرج المنظم وتيار الخرج الأقصى له من المعادلات التالية:

$V_{out} = 2.77\ (1 + VR_1/R_1)$ V → 1.14

$(I_{out})_{max} = 0.45/R_2$ A → 1.15

والجدول (١-٥) يبين قيم $(I_{out})_{max}$ عند قيم مختلفة للمقاومة R_2

الجدول (١-٥)

$R_2\ (\Omega)$	0.47	47	470
$(I_{out})_{max}$	1A	100mA	10mA

والجدير بالذكر أنه يمكن تعديل جهد الخرج بواسطة VR_1 وتعديل قيمة تيار الخرج الأقصى المسموح به بواسطة المفتاح S_1 حيث يمكن اختيار المقاومة المناسبة R_2 تبعًا للجدول (١-٥)

١ / ٦- مصادر القدرة العاملة بمبدأ الوصل والفصل

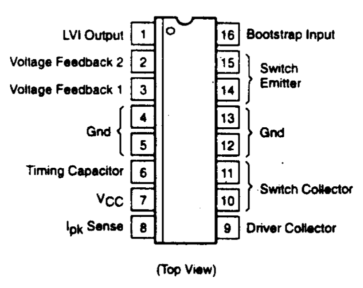
توجد بعض الدوائر المتكاملة المستخدمة فى بناء مصادر القدرة العاملة بمبدأ الوصل والفصل نذكر منها ما يلى :

١ - الدائرة المتكاملة MC33163, MC 34163

والشكل (١-٢١) يعرض المسقط الأفقى للدائرة والتى تعمل كمنظم جهد يعمل بمبدأ الوصل والفصل فى الجانب الثانوى .

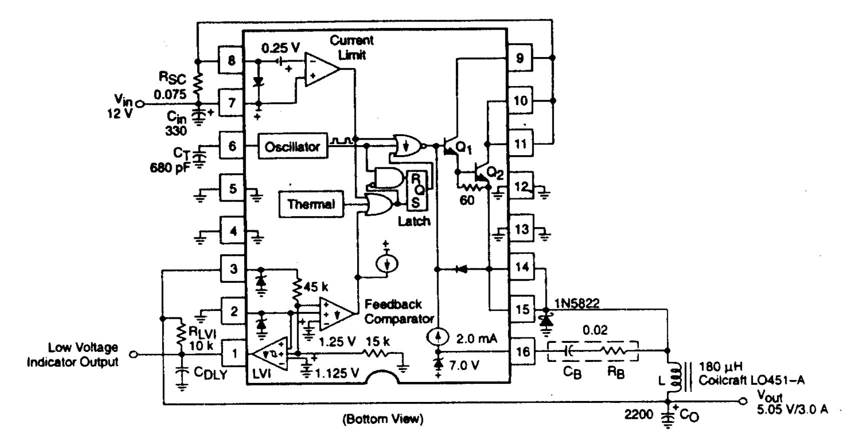
ومن أهم المواصفات الفنية للدائرة المتكاملة :

* أقصى تيار خرج 3A
* جهد التشغيل (الدخل) يتراوح ما بين 2.5V:40V



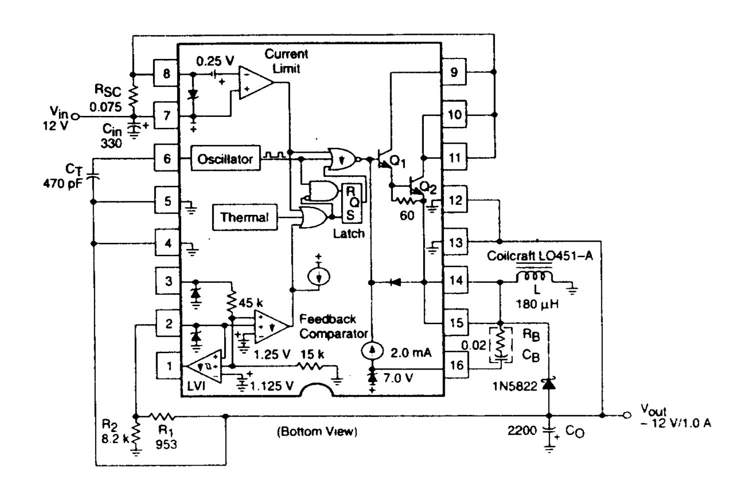
الشكل (١-٢١)

كما يعرض الشكل (١-٢٢) طريقة توصيل هذه الدائرة المتكاملة وذلك للحصول على جهد خرج 5.05V وتيار أقصى 3A .



الشكل (١-٢٢)

كما يعرض الشكل (١-٢٣) طريقة توصيل نفس الدائرة المتكاملة للحصول على جهد خرج 12V- وتيار أقصى 1A .



الشكل (١-٢٣)

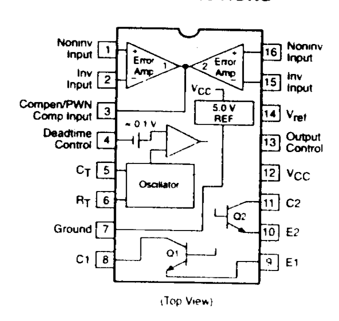
٢- الدائرة المتكاملة TL 494

الشكل (١-٢٤) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة TL 494 والتى تعمل كمنظم جهد بمبدأ الوصل والفصل فى الجانب الابتدائى.

ومن أهم المواصفات الفنية للدائرة المتكاملة :

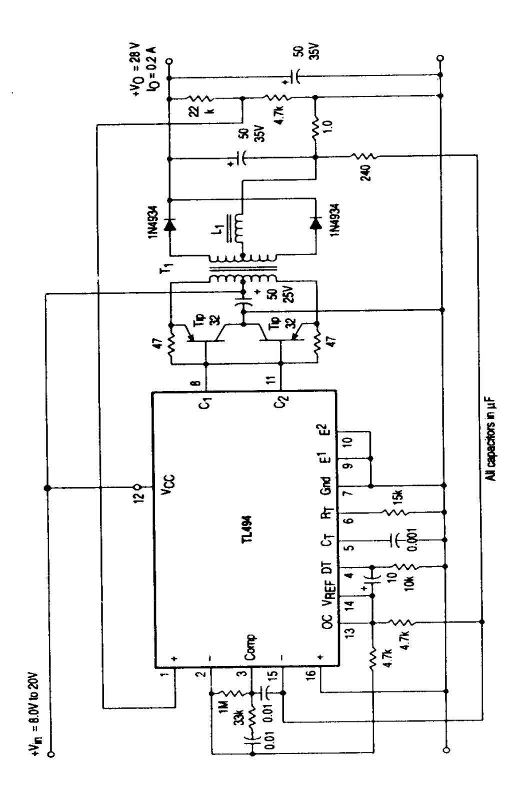
* جهد المصدر power Supply 42V
* جهد خرج المجمع V_{C1}, V_{C2} 42V
* تيار المجمع I_{C1}, I_{C2} 500 mA

PIN CONNECTIONS



الشكل (١-٢٤)

والشكل (١-٢٥) يعرض طريقة استخدام هذه الدائرة للحصول على جهد خرج +28V وتيار 0.2A ، علماً بأن جميع سعات المكثفات بالميكروفاراد (µF)، كما أن حث الملف L_1 يساوى 3.5mH عند 0.3A، والمحول T_1 عدد لفات الملف الابتدائى (20) لفة من سلك مقاسه 28 AWG # وعدد لفات الملف الثانوى (120) لفة من سلك مقاسه #36 AWG



الشكل (١-٢٥)

الباب الثانى

دوائر عملية لمصادر القدرة الخطية
الخالية من المنظمات المتكاملة

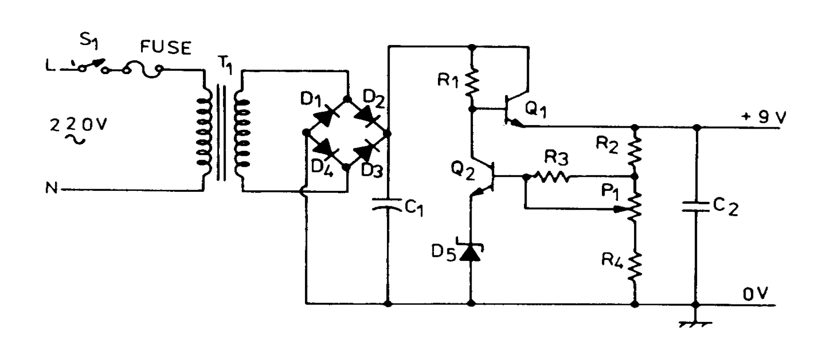
دوائر عملية لمصادر القدرة الخطية الخالية

من المنظمات المتكاملة

٢ / ١ – مصادر القدرة الأحادية القطبية

الدائرة رقم (1)

الشكل (٢–١) يعرض دائرة مصدر قدرة +9V d.c منظم باستخدام ترانزستورين وثنائي زينر.



الشكل (٢–١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1kΩ	R_1
مقاومة كربونية 2.7kΩ	R_2
مقاومة كربونية 10kΩ	R_3

مقاومة كربونية 4.7kΩ	R_4
مقاومة متغيرة 1kΩ	P_1
* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 1W	
مكثف كيميائى سعته 25 V / 100μF	C_1
مكثف كيميائى سعته 16V / 10μF	C_2
موحد سليكون طراز 1N4 001	D_1-D_4
موحد زينر جهده 500mw/5.1V	D_5
ترانزستور NPN طراز TIP31	Q_1
ترانزستور NPN طراز Bc 182	Q_2
محول خفض (220/9V) / 250mA	T_1
منصهر 250mA	Fuse
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

بتوصيل المفتاح S_1 فى وضع ON يتم توصيل جهد المصدر~220V إلى الملف الابتدائى للمحول T_1، حيث يتحول إلى 12V على أطراف الملف الثانوى. قنطرة التوحيد (D_1-D_4) تقوم بتوحيد موجة الجهد المتغير الموجودة على طرفى الملف الثانوى للمحول T_1 كتوحيد موجة كاملة وتكون القيمة المتوسطة للجهد على أطراف المكثف C_1 ما يقرب من 17V غير منظم. الترانزستور Q_1 يعمل كعنصر تحكم لخرج الدائرة فعن طريق زيادة أو نقصان جهد انحياز قاعدته يمكن التحكم فى قيمة خرج الدائرة وذلك لجعله ثابتاً أما الترانزستور Q_2 فيعمل كدائرة تغذية عكسية سالبة لقاعدة Q_1.

وبتوصيل قاعدة Q_2 بالخرج عن طريق المقاومات R_2-R_4 والمقاومة المتغيرة P_1 فإن زيادة جهد الخرج يؤدى إلى زيادة التيار المار خلال Q_2 مما يؤدي إلى نقصان جهد

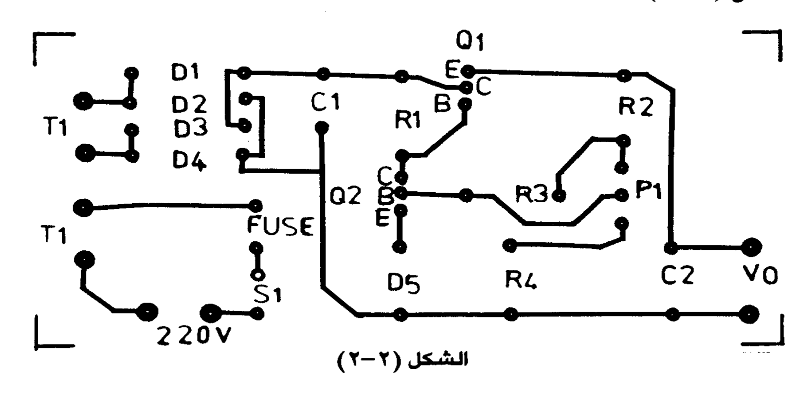
انحياز قاعدة Q1. مما يؤدى إلى تقليل جهد الخرج ، وذلك ليظل ثابتاً عند قيمة محددة (+9vd.c) .

ولضبط الدائرة . تضبط المقاومة المتغيرة p1 ليكون التيار المار خلال Q2 وموحد الزينر D5 ثابتاً عندما يكون الجهد الواقع على D5 في حدود جهد موحد الزينر (5.1V) .

يجب تثبيت الترانزستور Q1 على مشتت حرارى عند توصيل الدائرة، وذلك لارتفاع درجة حرارته عند تشغيل الدائرة.

أما المكثف C2 فيساعد فى عملية تنظيم جهد الخرج عند التغير المفاجئ للحمل الموصل على الدائرة.

والشكل (٢-٢) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (1) المبينة بالشكل (٢-١)



الشكل (٢-٢)

ويمكن تنفيذ هذا المخطط بإحدى الطرق الآتية :

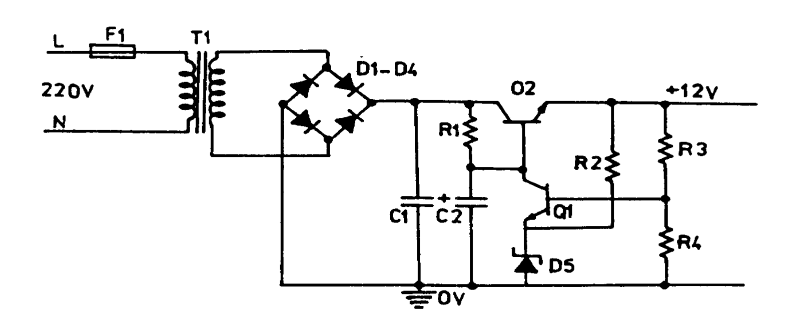
١- باستخدام لوحة مثقبة .

٢- باستخدام لوحة نحاسية ذات وجه واحد .

٣- باستخدام لوحة حساسة للضوء ذات وجه واحد .

الدائرة رقم (2)

الشكل (٢-٣) يعرض دائرة مصدر قدرة منظم 100mA/+12Vd.c



الشكل (٢-٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 470Ω	R_1
مقاومة كربونية 1.2kΩ	R_2
مقاومة كربونية 820Ω	R_3
مقاومة كربونية 1kΩ	R_4
مكثف كيميائى سعته 25V/3300µF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 0.22µF	C_2
موحد سليكون طراز 1N4001	D_1:D_4
ترانزستور NPN طراز PN108	Q_1
ترانزستور NPN طراز BFY 51	Q_2
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 500mA	Fs_1
موحد زينر 5.6V طراز BZY88C	D_5

نظرية عمل الدائرة :

عن طريق قنطرة توحيد الموجة الكاملة (D_1 - D_4) ومكثف الترشيح C_1 نحصل على جهد منظم تكون قيمته على طرفى المكثف C_1 تساوى $12\sqrt{2}V$ أى حوالى 16V تقريباً.

كما أننا نحصل على الجهد المرجعى للدائرة بواسطة موحد الزينر D_5 ويكون فى حدود 5.6V، حيث يتم مقارنة هذا الجهد مع الجهد الواقع على طرفى R_4 وأى فرق فى قيمتى الجهدين يتم تكبيره بواسطة المكبر Q_1. والإشارة المكبرة يتم تغذيتها إلى قاعدة Q_2 (BFY 51) ليؤدى خرج Q_2 إلى تعويض النقص فى خرج الدائرة.

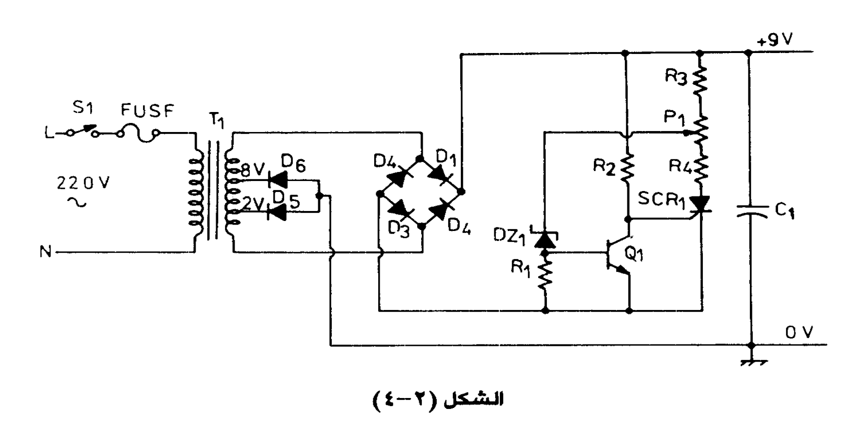
فعندما يقل خرج الدائرة بسبب التحميل الزائد أو سحب تيار عالٍ من الدائرة فإن جهد انحياز قاعدة الترانزستور Q_1 يقل مما يؤدى إلى نقصان تياره وارتفاع الجهد الواقع على مجمعه مما يؤدى إلى ارتفاع انحياز قاعدة Q_2 الذى يعمل بطريقة تابع الباعث لتعويض النقص الأساسى فى خرج الدائرة.

وعلى هذا يكون خرج الدائرة تقريباً ثابتاً دائماً .. مع مراعاة عدم التحميل الزائد، وكذلك عدم سحب تيار أعلى من 100mA وهى القيمة المثلى لتيار خرج الدائرة.

مما تقدم نلاحظ أن الدائرة تعطى جهد خرج منظم قيمته 12Vd.c وتيار 100mA . ومقاومة خرج الدائرة فى حدود 0.5Ω تقريباً وقيمة جهد التموج المصاحب لخرج الدائرة فى حدود Vpp=5mV .

الدائرة رقم (3)

الشكل (٢-٤) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر 9Vd.c /< 2 A



الشكل (٢-٤)

عناصر الدائرة

مقاومة كربونية 0.5 W / 220 Ω	R_1 , R_3
مقاومة كربونية 0.5 W / 10 K Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5 W / 560Ω	R_4
مقاومة متغيرة 1 W / 250 Ω	P_1
مكثف كيميائي سعته 16 V / 1000 µ F	C_1
قنطرة توحيد طراز B 80 C 2200	Br (D_1 - D_4)
موحد سليكون طراز 1 N 5401	D_5 , D_6
موحد زينر 400 mw - 4.7 V	DZ_1
ثايرستور طراز TIC 106	SCR_1
ترانزستور NPN طراز BC 547 B	Q_1
مصهر200 mA	F_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة الموضحة بالشكل (٢-٤) يستخدم فيها ثايرستور (SCR1) حيث يعتمد فى توصيله (إمرار تيار خلال SCR1) على قيمة تيار الحمل المسحوب من الدائرة فعندما يكون تيار الحمل ضعيفًا أو متوسط الشدة، فإن SCR1 يكون فى حالة (OFF)، وتتم عملية التوحيد ومرور التيار فى هذه الحالة عن طريق كل من (D6 , D5 , D2 , D1) .

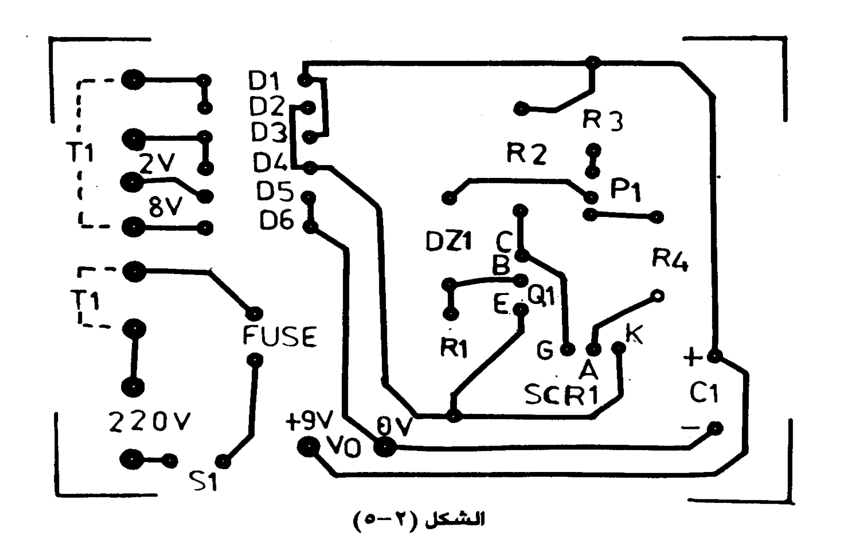
ففى حالة النصف الموجب لإشارة الدخل يمر تيار الحمل خلال D1 إلى الحمل ومنه إلى D5 بينما فى خلال النصف السالب لإشارة الدخل يمر التيار خلال D2 فالحمل ومنه إلى الموحد D6 .

وبزيادة تيار الحمل ينخفض جهد الخرج حتى تثبت قيمة التيار المار فى موحد الزينر DZ1 ويتحول الترانزستور Q1 إلى OFF فيرتفع الجهد الواقع على مجمعه مما يؤدى إلى ارتفاع جهد بوابة الثايرستور فيتحول الثايرستور إلى حالة التوصيل ON فى حين يتحول كل من D5, D6 إلى الانحياز العكسى .

وعلى ذلك فإنه فى خلال النصف الموجب لإشارة الدخل يمر تيار خلال D1 إلى الحمل ثم خلالSCR1 إلى D3 ومنه إلى أرضى المحول وفى خلال النصف السالب لموجة الدخل تتم عملية التوحيد ويمر تيار للحمل خلال D2 ثم الحمل ومنه إ لى D4 , SCR1 ثم إلى أرضى المحول (OV) .

والشكل (٢-٥) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (3) المبينة بالشكل (٢-٤) .

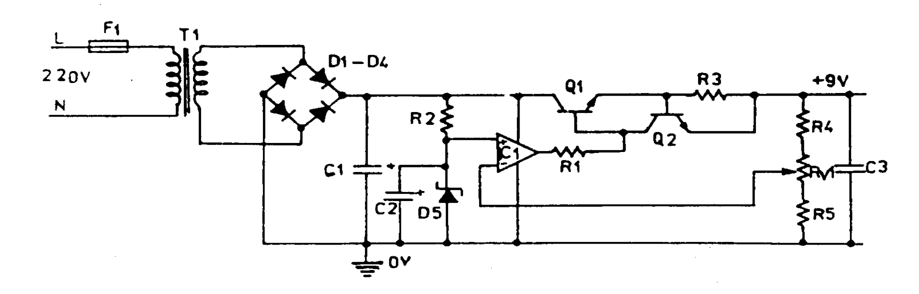
ويمكن تنفيذ هذا المخطط على لوحة نحاسية ذات وجه واحد مقاسها 9x11cm .



الشكل (٢-٥)

الدائرة رقم (4)

الشكل (٢-٦) يعرض دائرة لمصدر قدرة جهد خرجه 9Vd.c + وأقصى قيمة لتيار الخرج 4A.



الشكل (٢-٦)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1W / 330 Ω	R_1
مقاومة كربونية 1 W / 2.2 K Ω	R_2 , R_5
مقاومة كربونية 1 W /1. 5 Ω	R_3
مقاومةكربونية 1 W / 470 Ω	R_4
مجزئ جهد 2.2k Ω	R_{v1}
مكثف كيميائى سعته 25V / 3300µF	C_1
مكثف كيميائى سعته 10V / 10µF	C_2
مكثف بوليستر سعته 0.1µF	C_3
موحد سليكونى طراز1N4001	D_1 : D_4
موحد زينر طرازC 5V6	D_5
ترانزستور NPN طرازBD131	Q_1
ترانزستورNPN طرازBC 107	Q_2
مكبر عمليات طراز 741	IC_1
محول خافضV12 / 220 وسعته 6VA	T_1

نظرية عمل الدائرة :

هذه الدائـرة تعتـبر منظـم جهـد تقليـدى حيـث يتـم تثبيت جهد الطرف غير العاكس (3) لمكبر العمليات IC_1 عـند جهـد5.6V بواسـطة موحد الزينر D_5. فى حين أن الطرف العاكـس للمكـبر يوصــل بمجزئ الجهـد RV_1 وبالتـالى يقوم مكبـر العـمليـات بتكبيـر أى فرق فى الجـهـد بـين الطـرف العـاكـس ، والطـرف غيـر العاكس .

فإذا انخفض جهد الخرج نتيجة لزيادة الحمل فإن خرج المكبر سوف يكون موجباً

مما يؤدى لزيادة توصيلية Q1، وبالتالى يزداد جهد الخرج ليصل للجهد المطلوب والعكس بالعكس .

والجدير بالذكر أن التغير فى جهد الخرج عند تغير تيار الحمل من الصفر إلى تيار الحمل الكامل يكون صغيراً جداً لأن معامل تكبير مكبر العمليات كبير جداً يصل إلى 100 000 .

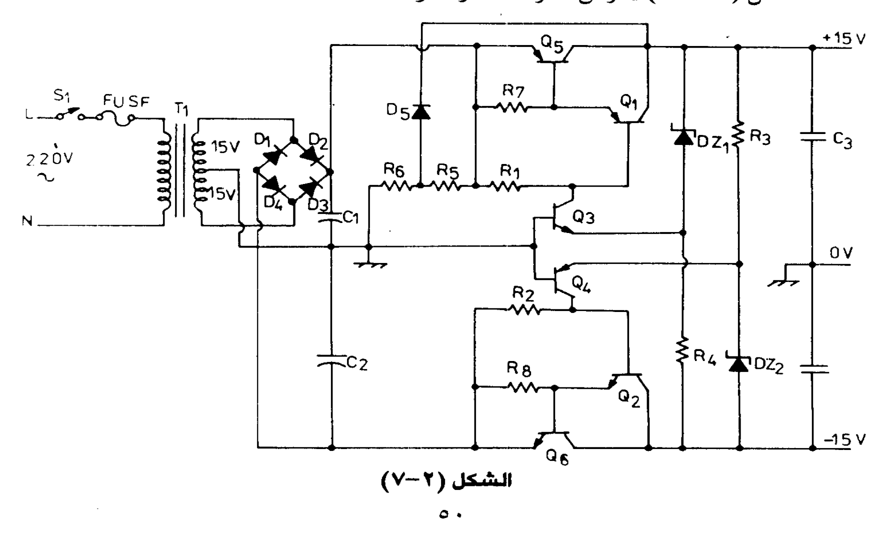
وإذا زاد تيار الحمل عن 0.4 A فإن الجهد المتشكل على أطراف R3 سيكون قادراً على تحويل Q2 لحالة الوصل (ON) وبالتالى ينخفض جهد الخرج نتيجة لحدوث قصر على قاعدة وباعث Q1 بواسطة الترانزستور Q2 .

وينصح بتثبيت Q1 على مشتت حرارى Heat Sink عند تنفيذ الدائرة نظراً لارتفاع حرارته عند تشغيل الدائرة .

٢ / ٢ - مصادر القدرة المزدوجة القطبية

الدائرة رقم (5)

الشكل (٢ - ٧) يعرض دائرة مصدر قدرة 15V ± /5mA .



الشكل (٢-٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1W /2.2 k Ω	R_1 , R_2
مقاومة كربونية 1 W / 2.7 K Ω	R_3, R_4
مقاومة كربونية 1 W /10 k Ω	R_5 , R_6
مقاومة كربونية 1 W / 1 k Ω	R_7 , R_8
مكثف كيميائى سعته 30 V / 1000 µ F	C_1 , C_2
مكثف سيراميكى سعته 470 nF	C_3 , C_4
موحد سليكون طراز 1 N 4002	D_1 : D_4
موحد سليكون طراز 1 N 4148	D_5
موحد زينر 5 W - 15 V	DZ_1 , DZ_2
ترانزستور PNP طراز BC 557 B	Q_1 , Q_4
ترانزستور NPN طراز BC 547 B	Q_2 , Q_3
ترانزستور PNP طراز BC 160	Q_5
ترانزستور NPN طراز BC 140	Q_6
محول خافض V (15 - 0 - 15) / 220 / 750 mA	T_1
منصهر 1A	Fuse
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

بواسطة المحول T_1 ذو نقطة المنتصف ودائرة قنطرة التوحيد والمكونة من (D_1 - D_4) والمكثفان C_1, C_2 (مكثفى ترشيح) نحصل على الجهد غير المنظم فى خرج تلك المجموعة ويكون قيمة ذلك الجهد على طرفى كل من C_1, C_2 حوالى 20V .

ونظراً لأن كلاً من فرعى الدائرة يتشابهان فى التركيب من حيث توصيل العناصر مع الاختلاف فى نوع الخرج حيث يعطى أحد فرعى الدائرة V 15 + والآخر V 15- فإننا سوف نكتفى بشرح نظرية عمل أحد الفرعين وهو ما سيطبق على الفرع الآخر.

يمر التيار الموجب من خرج قنطرة التوحيد خلال الترانزستورين Q_1 و Q_5 والموصلان على شكل دائرة دارلنجتون ويكون الجهد المطبق على طرفى موحد الزينر DZ_1 فى حدود 15V+ مما يعنى أن الطرف العلوى لموحد الزينر يكون جهده 15 V+ بينما يكون الطرف السفلى عند 0V فإذا انخفض خرج المنظم فإن ذلك يؤدى إلى انخفاض جهد الطرف السفلى لموحد الزينر DZ_1 إلى أقل من 0V مما يؤدى إلى ارتفاع جهد الانحياز لوصلتى الباعث والقاعدة للترانزستور Q_3 فيؤدى إلى إمرار تيار عالٍ يؤدى إلى تغذية قاعدة Q_1 بتيار كبير مما يزيد من توصيلية دائرة دارلنجتون (Q_1 , Q_5) فيرتفع الخرج.

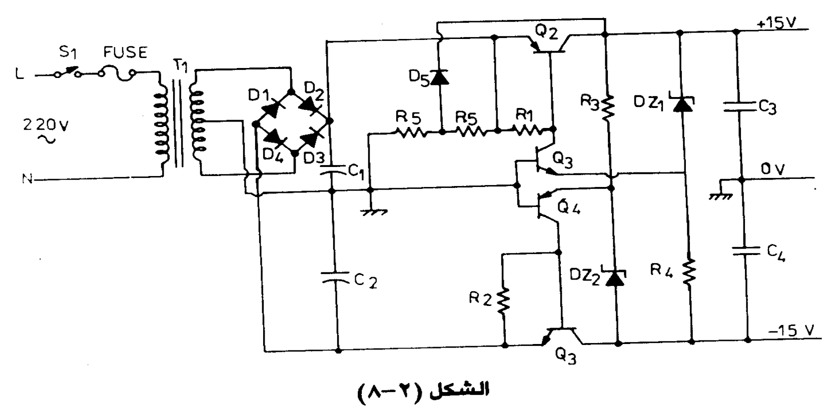
أما إذا زاد جهد المنظم فإن هذا يؤدى إلى ارتفاع جهد الطرف السفلى لموحد الزينر DZ_1، مما يعنى انخفاض الجهد المطبق على وصلتى (الباعث، القاعدة) للترانزستور Q_3، فيمر تيار أقل يؤدى إلى تحويل Q_1 إلى حالة القطع OFF وينخفض الخرج.

المقاومتان R_5 , R_6 والموحد D_5 تغذى DZ_1 , DZ_2 بجهد الانحياز عند بداية تشغيل الدائرة من خرج قنطرة التوحيد مما يؤدى إلى بدء التشغيل الذاتى للدائرة. حيث يكون الجهد المستخدم لبدء تشغيل الدائرة حوالى 10V من خرج قنطرة التوحيد.

وعند زيادة خرج المنظم إلى 15 V+ يتحول D_5 إلى الانحياز العكسى مما يمنع مرور التموجات المصاحبة لخرج دائرة التوحيد إلى خرج المنظم.

الدائرة رقم (6)

الشكل (٢-٨) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر 50 mA/ ± 15 Vd.c.



الشكل (٢-٨)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5 W / 2.2 k Ω	R1 , R2
مقاومة كربونية 0.5 W / 2.7 K Ω	R3 , R4
مقاومة كربونية 0.5 W /10 k Ω	R5 , R6
مكثف كيميائى سعته 25 V / 1000 µ F	C1 , C2
مكثف سيراميكى سعته 470 n F	C3 , C4
موحد سليكونى طراز 1 N 4001	D1 : D4
موحد سليكونى طراز 1 N 4148	D5
موحد زينر 0.5 W / 5 V	DZ1 , DZ2
ترانزستور PNP طراز BC 557 B	Q1
ترانزستور NPN طراز BC 547 B	Q2
محول خافض V (15 - 0 - 15) / 220 V - 100 mA	T1
منصهر 500 mA	Fuse
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S1

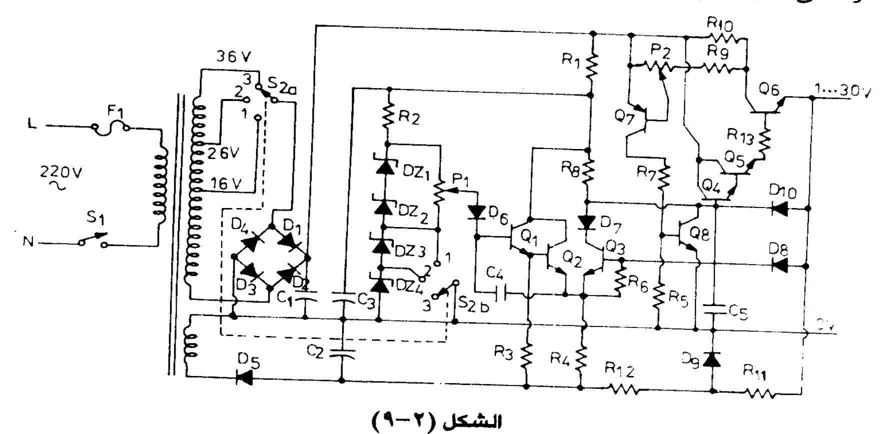
نظرية عمل الدائرة :

الدائرة تعمل بنفس نظرية عمل الدائرة رقم (5) مع استبدال دائرتى دارلنجتون (Q1 , Q5)، (Q2 , Q6) بالترانزستورين Q1 , Q2 على الترتيب . ويكون أقصى تيار يمكن سحبه من الدائرة 50 mA .

٢ / ٣ – مصادر القدرة ذات الجهد القابل للمعايرة

الدائرة رقم (7)

الشكل (٢–٩) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر ذو ثلاثة أمدية متساوية وأقصى تيار يمكن سحبه من الدائرة فى حدود 1A .



الشكل (٢–٩)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5 W / 47 Ω	R1
مقاومة كربونية 0.5 W / 820 Ω	R2
مقاومة كربونية 0.5 W / 68 k Ω	R3
مقاومة كربونية 0.5 W / 15 k Ω	R4
مقاومة كربونية 0.5 W / 10 k Ω	R5
مقاومة كربونية 0.5 W /100 k Ω	R6: R8

المواصفات	الرمز
مقاومة كربونية 0.5 W / 470 Ω	R_9
مقاومة كربونية 1W / 1 Ω	R_{10}
مقاومة كربونية 1W / 1 k Ω	R_{11}
مقاومة كربونية 1W / 820 Ω	R_{12}
مقاومة كربونية 0.5 W / 10 Ω	R_{13}
مقاومة متغيرة 1W / 4.7 k Ω	P_1
مقاومة متغيرة 1W / 1.5 k Ω	P_2
مكثف كيميائى سعته 63 V / 4700 μ F	C_1
مكثف كيميائى سعته 25 V / 470 μ F	C_2
مكثف كيميائى سعته 63 V / 220 μ F	C_3
مكثف سيراميكى سعته 47 n F	C_4
مكثف سيراميكى سعته 68 n F	C_5
قنطرة توحيد موجة كاملة طراز B50C2200	BR (D_1 - D_4)
موحد سليكون طراز 1N 4001	D_5, D_9
موحد سليكون طراز 1N 4148	D_6, D_7, D_8, D_{10}
موحد زينر 400 m w/ 5. 1 V	D_1, D_2
موحد زينر 400 m w/ 10 V	D_3, D_4
ترانزستور NPN طراز BC 107	Q_1- Q_4 , Q_8
ترانزستور NPN طراز BD 137	Q_5
ترانزستور NPN طراز 2 N 3055	Q_6
ترانزستور PNP طراز BC 177	Q_7
محول خافض له نسبة تحويل 1.5A -220 $V_{a.c}$ / (12, 16, 26, 36) $V_{a.c}$	T

منصهر 1 A	F_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
مفتاح دوار ثلاثة أوضاع	S_2 (a,b)

نظرية عمل الدائرة:

يتم الحصول على الجهد المرجعي للدائرة عن طريق موحدات الزينر (DZ_1 - DZ_4) حيث يتم ضبط هذا الجهد بواسطة P_1 ومن ثم يسلط هذا الجهد إلى قاعدة Q_2 عن طريق الموحد D_6 والترانزستور Q_1. كما يغذى جهد الخرج إلى قاعدة الترانزستور Q_3 عن طريق الموحد D_8 .

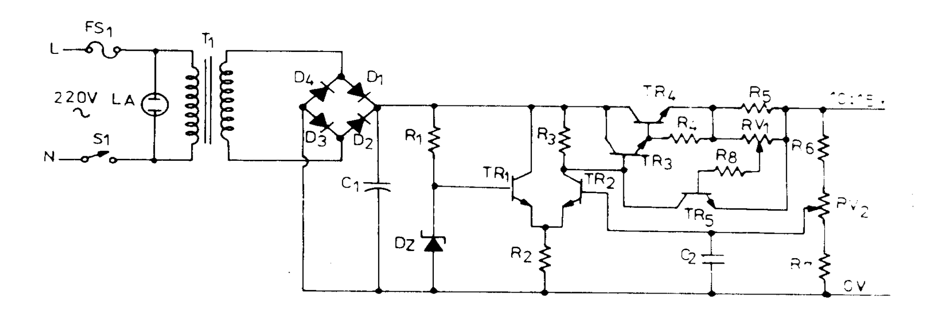
وحيث إن الترانزستورين Q_2 , Q_3 يعملان كمكبر تفاضلى فإن خرج المكبر يغذى عن طريق Q_7 إلى قاعدة المنظم المكون من الترانزستورات (Q_4 - Q_6) ويلاحظ أن المنظم هذا يتميز بأنه عملياً يكون جهد الخرج له ثابتاً فى خلال مدى واسع لتيار الحمل.

كما يمثل الترانزستورين Q_7 , Q_8 مع المكونات الملحقة بهما مرحلة محدد التيار . فعندما يصل الجهد المطبق على R_{10} إلى القيمة التى أمكن ضبطها مسبقاً بواسطة P_2 فإن Q_7 يبدأ فى التوصيل ويتحول إلى وضع ON مما يؤدى إلى تحويل Q_8 إلى ON أيضاً فيؤدى ذلك إلى انخفاض انحياز قاعدة Q_4 فيقل بذلك جهد الخرج مما يجعل تيار الحمل يبقى فى خلال المدى الذى تم ضبطه بواسطة P_2 ولتقليل القدرة المشتتة فى الدائرة تم تجزىء الدائرة إلى ثلاثة أمدية متساوية كل منها يمثل 10 V من جهد الخرج. فعندما يكون S_2 على وضع (1) تكون الدائرة فى المدى الأول الذى يتمثل من(V 10- 0) والوضع الثانى (2) يمثل المدى (V 20 - 10) أما الوضع الثالث (3) للمفتاح S_2 فيمثل المدى الثالث (V 30 - 20) . وبواسطة P_1 يمكن إجراء الضبط الدقيق للأمدية الثلاث للدائرة – كما أن القيمة العظمى لتيار الحمل يضبط بواسطة المقاومة P_2 .

٢ / ٤ – مصادر القدرة ذات الجهد والتيار القابل للمعايرة

الدائرة رقم (8)

الشكل (٢–١٠) يعرض دائرة لمصدر قدرة يعطى جهداً يتراوح ما بين (10:15V) وتياراً أقصى (0:1A) ومعامل ذبذبات يساوى 20mVpp وينظم حمل أفضل من 1% ومقاومة خرج تساوى 0.1Ω .



الشكل (٢–١٠)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1W / 1K Ω	R1 , R2
مقاومة كربونية 1W / 2.2K Ω	R3
مقاومة كربونية 1W / 47 Ω	R4 , R6 , R7
مقاومة كربونية 1W / 1 Ω	R5
مقاومة كربونية 1W / 74 Ω	R8
مقاومة متغيرة 1W / 100 Ω	RV1
مقاومة متغيرة 1W / 1 k Ω	RV2
مكثف كيميائى سعته 25 V / 6800 µ F	C1

مكثف بوليستر 0.47 µ F	C_2
موحد سليكون طراز 1N 4001	D_1 - D_4
موحد زينر طراز BZY 88 أو C 5V6	DZ
ترانزستور NPN طراز BC 108	TR_1, TR_2, TR_5
ترانزستور NPN طراز BFY 51	TR_3
ترانزستورNPN طراز 2N 3055 N	TR_4
محول خافض 2A-220/15V	T_1
لمبة نيون 220V	LA
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 500 mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة :

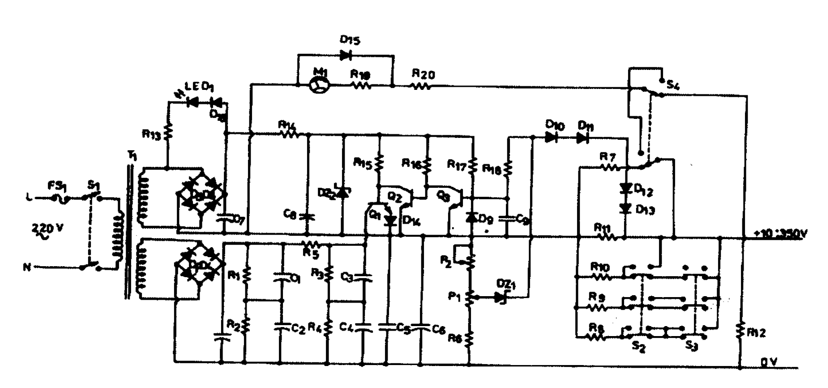
يشكل كل من الترانزستورين TR_1,TR_2 مكبر فرقى لتكبير الخطأ وذلك من أجل تحسين استقرار جهد خرج الدئرة عند تغير درجة الحرارة . ويعمل موحد الزينر DZ كمصدر جهد المرجع حيث يوصل مع قاعدة TR_1 فى حين يتم توصيل قاعدة TR_2 بجزء من جهد خرج الدائرة فعند وجود أى فرق بين جهد قاعدة TR_1وجهد قاعدة TR_2 سوف يكبر ويغذى لقاعدة TR_3 ، ومجمع TR_4 . حيث يعمل TR_3,TR_4 كدائرة دارلنجتون للوصول لتكبير عال .

وللمحافظة على درجة حرارة TR_4 بحيث لا تتعدى $50C^o$ فيجب تثبيته على مشتت حرارى Hent Sink له مقاومة حرارة لا تتعدى $10C^o$ لكل 1 W . وتعمل الدائرة المؤلفة من R_5,RV_1,R_8,TR_5 كمحدد لتيار الخرج حيث يعمل الجهد المشكل بواسطة R_5 نتيجة لمرور تيار الحمل والذى ينتقل عبر المقاومة المتغيرة RV_1 ثم المقاومة R_8 لقاعدة TR_5 فعند زيادة تيار الحمل عن الحدود المعاير بها الدائرة بواسطة RV_1 يتحول TR_5 لحالة الوصل وبالتالى تقل موصلية كلاً من TR_3,TR_4 بحيث لا يتعدى تيار الحمل 1A .

الدائرة رقم (9)

دائرة مصدر قدرة تيار مستمر متغيرة القيم 10 : 350V

الشكل (٢-١١) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر جهد الخرج لها يتغير من (10-350V) وتيار الخرج الأقصى يمكن معايرته ويتراوح ما بين (1mA:50mA).



(الشكل ٢-١١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1W/330KΩ	R1,R2,R12
مقاومة كربونية 1W/4.7MΩ	R3,R4
مقاومة كربونية 1W/1.5 KΩ	R5
مقاومة كربونية 1W/15 KΩ	R6
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/560 Ω	R7
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/12 Ω	R8

مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/47 Ω	R_9
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/180 Ω	R_{10} , R_{15}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/2.7 KΩ	R_{11}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/330 Ω	R_{13}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/68Ω	R_{14}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/6.8K Ω	R_{16}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/330K Ω	R_{17}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/2.2K Ω	R_{18}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/100 Ω	R_{19}
مقاومة كربونية $\frac{1}{2}$ W/330 Ω	R_{20}
مكثف كيميائى سعته 350V/50μF	C_1,C_2
مكثف كيميائى سعته 250V/4.7μF	C_3,C_4
مكثف بوليستر سعته 1000V/100nF	C_5
مكثف كيميائى سعته 250V/2.2μF	C_6
مكثف كيميائى سعته 16V/470 μF	C_7
مكثف كيميائى سعته 6V/470μF	C_8
مكثف سيراميكى سعته 68nF	C_9
موحد سليكون طراز BA 102	D_1:D_4
قنطرة توحيد طراز B25 C300	D_5:D_8
موحد سليكون طراز 1N 4148	D_9:D_{14}
موحد سليكون طراز 1N4001	D_{15}
موحد جرمانيوم طراز AA116	D_{16}
موحد زينر 400mw/9.1V	D_{Z1}

موحد زينر 1w/4.7V	D_{z2}
ترانز ستور NPN طراز BU108	Q_1
ترانز ستور NPN طراز BC 547	Q_2, Q_3
موحد باعث للضوء 100mA	LED_1
محول له ملفان ثانويان أحدهما رافع والآخر خافض نسب التحويل 125 mA - (220V/9V),(220V/300V)	T_1
جهاز قياس تيار 1mA	M_1
مفتاح قطبين سكتين	S_1, S_4
مفتاح اختيار دوائر ثلاثة أوضاع	S_2, S_3
مصهر 125mA (بطىء الفصل)	Fus_1

نظرية عمل الدائرة :

فى الدائرة المبينة بالشكل (٢–١١) نلاحظ أن المحول المستخدم من نوعية خاصة حيث إن ملفه الثانوى عبارة عن ملفين أحدهما رافع حيث يتم بواسطته رفع جهد المنبع إلى 300V وهو المستخدم فى جزء الضغط المرتفع فى الدائرة . أما الثانى فهو خافض ويتم بواسطته خفض جهد المنبع إلى 9V وهو المستخدم فى تغذية عناصر الدائرة بالجهد اللازم بعد تقويمه .

وبتوصيل المفتاح S_1 يتم توحيد كل من الجهدين 300V, 9V كتوحيد موجة كاملة عن طريق كل من الموحدات D_1 - D_4 بالنسبة للجهد 300V وبواسطة قنطرة التوحيد (D_5-D_8) بالنسبة للجهد 9V وعلى ذلك نجد أنه يتولد جهد حوالى 420V على طرفى قنطرة التوحيد (D_1-D_4) ولذا يستخدم مكثفان كيميائيان على التوالى C_1, C_2 لغرض ترشيح الجهد فى خرج قنطرة التوحيد كما أنه يتم توصيل المقاومتين R_1, R_2 المتساويتين فى القيمة على التوازى مع كل من C_1, C_2 لضمان تساوى الجهدين على كل من المكثفين حتى لايحدث انهيار لأحدهما ينتج عنه مشاكل كبيرة للدائرة .

المقـاومـة R_5 تعـمل مع دائرة (RC) والمكونة من (R_3, R_4, C_3, C_4) على ترشـيح جهد دخل الترانزستور Q_1 والذى يقدر بحوالى 350V .

أما الترانزستورين Q_2 , Q_3 وهما من طراز BC 547 ليس لهما أى تعامل مع الجهد المرتفع الموجود بالدائرة . ويقوم الموحد D_9 بحماية قاعدة Q_3 من الجهد السالب .

ومن الدائرة وعن طريق المفاتيح S_2,S_3 يتم الحصول على أربع قيم للتيار وهى :

١ – 1mA عندما يكون S_2, S_3 فى وضع (Open) مفتوحين .

٢ – 5mA عندما يكون S_2 مغلقاً .

٣ – 15mA عندما يغلق كل من S_2, S_3, .

٤ – 50mA عند غلق S_3 .

وعلى ذلك نلاحظ أنه عند أقـصى حـمل للدائرة يكون الجـهـد المطبق على المقاومات R_8-R_{11} فى حدود 2.8V ويتم تغذية هذا الجهد إلى قاعدة Q_3 .

الباب الثالث

دوائر عملية لمصادر القدرة الخطية

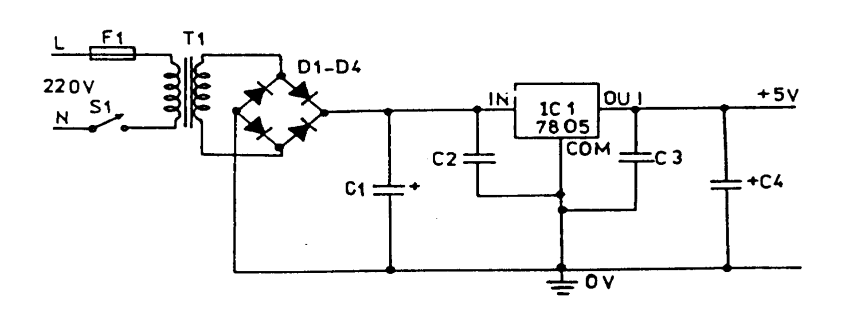
ذات منظمات الجهد المتكاملة

دوائر عملية لمصادر القدرة الخطية ذات منظمات الجهد المتكاملة

٣ / ١ - مصادر القدرة الأحادية القطبية

الدائرة رقم (10)

الشكل (٣-١) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم له جهد خرج 5V+ وتياراً أقصى 1A باستخدام منظم جهد ثلاثي الأطراف 7805.



(الشكل ٣-١)

عناصر الدائرة:

مكثف كيميائي سعته 25V/2200µF	C_1
مكثف سيراميكي سعته 100nF	C_2,C_3
مكثف كيميائي سعته 10V/10µF	C_4
موحد سليكوني طراز 1N4002	D_1:D_4
دائرة متكاملة منظم جهد ثلاثي الأرجل طراز 7805	IC_1
محول خافض 220/6V سعته 10VA	T_1

منصهر 500mA — F1

مفتاح قطب واحد سكة واحدة — S1

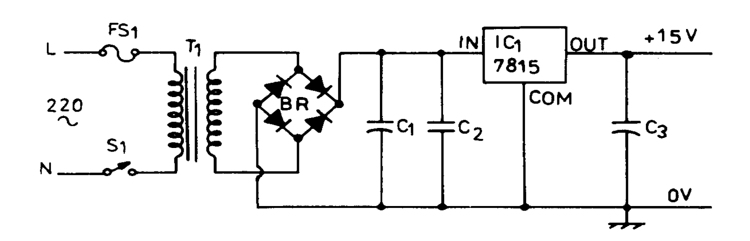
نظرية عمل الدائرة:

بوضع المفتاح S1 (ON) يقوم المحول T1 بخفض جهد المصدر المتردد ~220V إلى ~6V على طرفى الملف الثانوى للمحول الذى يعتبر جهد دخل قنطرة توحيد الموجة الكاملة (D1:D4).

تقوم قنطرة توحيد الموجة الكاملة بتوحيد جهد الدخل هذا ومن ثم يتم ترشيحه بواسطة المكثف C1 وذلك لإزالة بعض التموجات المصاحبة ويعتبر هذا الجهد بعد الترشيح هو جهد دخل منظم الجهد IC1 والذى يقوم بإزالة جميع التموجات المتبقية ويعطى خرجًا ثابتاً بقيمة +5V حيث يوصل المكثفات C3,C2 فى دخل وخرج منظم الجهد لزيادة استقرار عمل الدائرة أما المكثف C4 والموصل فى خرج الدائرة فيساعد على القضاء على الشوشرة المصاحبة لخرج منظم الجهد عند الترددات العالية.

الدائرة رقم (11)

الشكل (٣-٢) يعرض دائرة مصدر قدرة منظم (+15VD.C) باستخدام دائرة متكاملة تعمل كمنظم جهد.



(الشكل ٣-٢)

عناصر الدائرة :

الوصف	الرمز
محول خافض له نسبة تحويل 220/16V - 500mA	T_1
قنطرة توحيد موجة كاملة طراز PB 151M	BR
مكثف كيميائى سعته 35V/2200µF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 0.1µF	C_2
مكثف تانتاليوم سعته 220nF	C_3
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7815	IC_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	SW_1
منصهر تياره 0.5A	FS_1

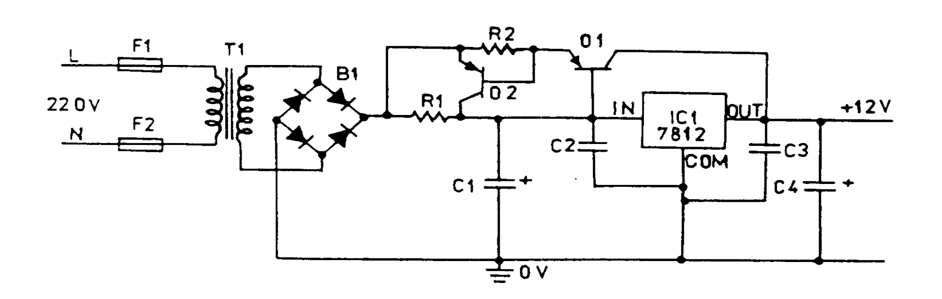
نظرية عمل الدائرة :

قنطرة توحيد الموجة الكاملة تقوم بتوحيد الجهد المتردد الموصل إليها على طرفى الملف الثانوى للمحول T_1 كتوحيد موجة كاملة ويكون الجهد الواقع على طرفى المكثف C_1 فى حدود $17\sqrt{2}$ وهذا الجهد يعتبر غير منظم أى به تموجات وتقوم الدائرة المتكاملة IC_1 بإزالة تلك التموجات ونحصل فى خرجها على جهد تكاد تكون التموجات المصاحبه له منعدمة . أما المكثفان C_2,C_3 يوصلان فى دخل وخرج منظم الجهد IC_1 وذلك لجعل الخرج أكثر استقراراً وبخاصة فى حالة الترددات العالية .

كما أنه عملياً لزيادة استقرار الدائرة يجب توصيل الطرف المشترك (.Comm) للدائرة المتكاملة IC_1 وأطراف المكثفات C_1,C_2,C_3 المتصلة بأرضى الدائرة فى نقطة توصيل واحدة وكذلك لتفادى أى مشكلات قد تحدث نتيجة سوء التوصيلات الخلفية للدائرة .

الدائرة رقم (12)

الشكل (٣ – ٣) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم يساوى +12V وتياراً يصل إلى 5A مع وجود حماية ضد زيادة تيار الحمل عن 5A.



(الشكل ٣ – ٣)

عناصر الدائرة :

مقاومة 10W/10Ω	R_1
مقاومة 0.12Ω	R_2
مكثف كيميائى سعته 25V/1000µF	C_1
مكثف بوليستر سعته 100nF	C_2, C_3
مكثف كيميائى سعته 16V/10µF	C_4
ترانزستور PNP طراز MJE 2955	Q_1
ترانزستور PNP طراز TIP 32A	Q_2
منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7812	IC_1
محول خافض 220/18V سعته 100VA	T_1
قنطرة توحيد موجة كاملة طراز BR6	B_1
مصهرات حماية 500 mA	F_1, F_2

نظرية عمل الدائرة:

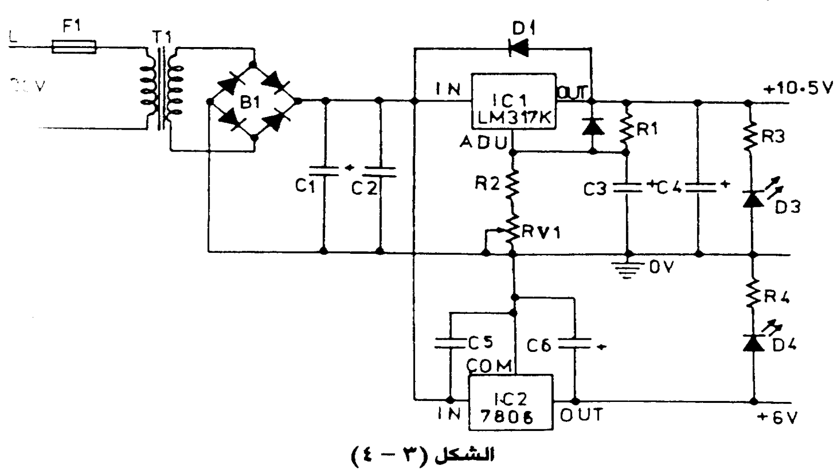
عند تيارات الحمل الأقل من 600mA فإن فرق الجهد المتولد على R_1 يكون غير كاف لتحويل الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ON ولكن عند زيادة التيار عن 600mA فإن فرق الجهد على R_1 يكون كافيًا لتحويل Q_1 لحالة الوصل ويمر التيار عبر الترانزستور Q_1 بدلاً من المرور عبر منظم الجهد IC_1 وبالتالى يزداد التيار الذى نحصل عليه من الدائرة إلى 5A .

وعندما يزداد التيار المسحوب من الدائرة عن 5A فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_2 والتى قيمتها 0.12Ω سيكون كافياً لتحويل Q_2 لحالة الوصل فيعمل هذا الترانزستور على إحداث قصر بين باعث وقاعدة الترانزستور Q_1 ويتحول هذا الترانزستور لحالة الفصل.

وبهذه الطريقة نحصل على حماية ذاتية من ارتفاع تيار الحمل.

الدائرة رقم (13)

الشكل (٣-٤) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى خرجاً منظماً وثابتاً يساوى +6V وكذلك خرجاً منظماً يمكن معايرته بواسطة Rv_1 يساوى +10.5V .



الشكل (٣ - ٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1KΩ	R_1
مقاومة كربونية 1.5 KΩ	R_2
مقاومة كربونية 680 Ω	R_3
مقاومة كربونية 390 Ω	R_4
مقاومة متغيرة 1KΩ	Rv_1
مكثف كيميائى سعته 25V/1500µF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 100nF	C_2
مكثف كيميائى سعته 25V/10µF	C_3,C_4,C_6
مكثف سيراميكى سعته 270nF	C_5
موحد سليكون طراز 1N4002	D_1,D_2
موحد باعث للضوء قياسى	D_3,D_4
قنطرة توحيد لها تيار أقصى 3A طراز BR3	B_1
منظم جهد له خرج يمكن ضبطه طراز LM317K	IC_1
منظم جهد +6V طراز 7806	IC_2
محول خافض 220V/14V وسعته 20VA	T_1

نظرية عمل الدائرة :

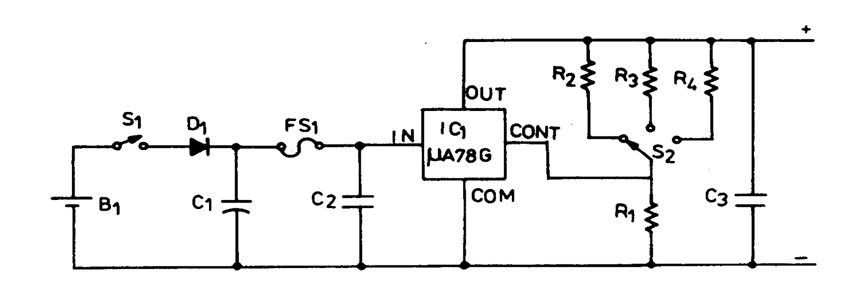
يمكن الرجوع إلى الفقرة (١- ٥ -٢) .

كما أنه جدير بالذكر أن كلا من D_1,D_2 تعمل على حماية المنظم IC_1 (LM317K) من حدوث دائرة قصر عند المدخل أو المخرج.

وكذلك يضيء الموحد الباعث للضوء D_3 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_1 فى حين يضيء الموحد D_4 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_2 .

الدائرة رقم (14)

الشكل (٣-٥) يعرض دائرة مصدر قدرة منظم (6 - 7.5 - 9VD.C) باستخدام منظم جهد متحكم فيه. يغذى من بطارية 12V .



الشكل (٣ - ٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1W/4.7KΩ	R1
مقاومة كربونية 1W/1KΩ	R2
مقاومة كربونية 1W/2.4 KΩ	R3
مقاومة كربونية 1W/3.9 KΩ	R4
مكثف كيميائى سعته 25V/1000µF	C1
مكثف سيراميكى سعته 470nF	C2,C3
موحد سليكونى طراز 1N4001	D1
منظم جهد متحكم فيه طراز µA78GUIC	IC1
منصهر 1A	FS1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S1

مفتاح ثلاثة أوضاع	S_2
بطارية 12V	B_1

نظرية عمل الدائرة :

تغذى الدائرة من بطارية جهدها 12V كبطارية السيارة مثلاً ولذا يمكن استخدام تلك الدائرة كدائرة مصدر قدرة لجهاز الراديو كاسيت الخاص بالسيارة .

عند غلق المفتاح S_1 (ON) يمر تيار فى الدائرة عن طريق D_1 ذلك إذا تم توصيل أقطاب البطارية بصورة سليمة . أما إذا عكست أقطاب البطارية B_1 فإن الموحد السليكونى D_1 فى هذه الحالة يكون منحازاً عكسياً فلا يمر تيار فى الدائرة، وعلى ذلك يعتبر D_1 وسيلة حماية للدائرة من عكس أقطاب البطارية . كما أن المنصهر FS_1 يحمى الدائرة من ارتفاع التيار .

ولما كان الدخل (جهد البطارية) به بعض الشوشرة غير المرغوب فيها، ونظراً لأن الدائرة تستخدم فى تغذية جهاز راديو، فإنه يتم عمل ترشيح عالى الكفاءة فى الدائرة وذلك باستخدام المكثف C_1 فى دخل الدائرة، وكذلك المكثفين C_2,C_3 كمرشحين إضافيين فى دخل وخرج الدائرة المتكاملة IC_1 وذلك لزيادة استقرار الدائرة .

الدائرة المتكاملة IC_1 تستخدم فى الدائرة كمنظم جهد متحكم فيه باستخدام مجزئ الجهد المكون من المقاومة R_1 مع أى من المقاومات (R_2,R_3,R_4) حيث يتم ضبط منظم الجهد بواسطة مجزئ الجهد وبالتحديد بواسطة المقاومة (R_2,R_3,R_4) والموصلة ما بين طرف الخرج (OUT) وطرف التحكم (CONT) وذلك لقيام تلك المقاومات بعمل دائرة تغذية عكسية سالبة تؤدى إلى استقرار الجهد على طرفى التحكم (CONT) عند 5V وهو قيمة الجهد الواقع على R_1 .

وعلى ذلك يكون خرج منظم الجهد IC_1 عبارة عن الجهد الواقع على R_1 مضاف إليه الجهد الواقع على المقاومة التى يتم اختيارها بواسطة المفتاح S_2 ونظراً لاختلاف قيم R_2,R_3,R_4 فإن الجهود الواقعة عليها تختلف أيضاً . ويكون الجهد الواقع على R_2 عند إدماجها فى الدائرة تقريباً 1V والجهد الواقع على R_3 يساوى 2.5V .

أما إذا أدمجت المقاومة R4 فى الدائرة بواسطة S2 فإن الجهد الواقع عليها يساوى 4V.

مما تقدم يتضح أنه إذا أردنا أن نحصل من الدائرة على جهد 6V يجب توصيل R2 فى الدائرة بواسطة المفتاح S2. حيث يكون جهد الخرج عبارة عن مجموع الجهدين على المقاومتين R1,R2 أى يساوى 5V+1V=6V.

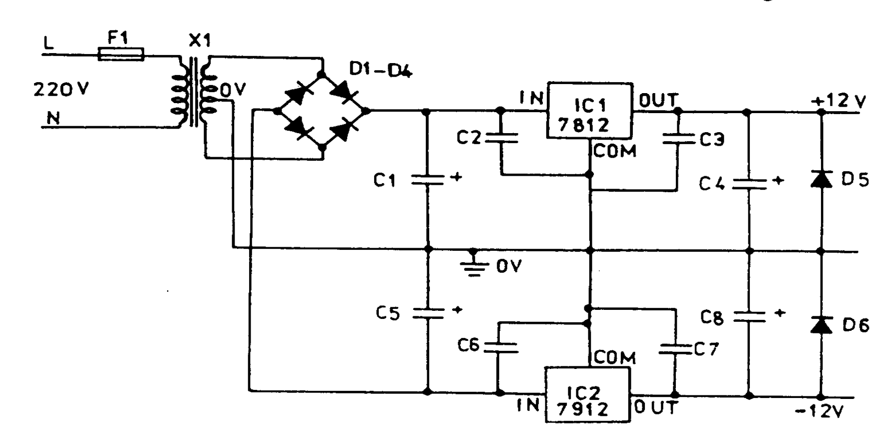
أما إذا كان المفتاح S2 موصلاً على المقاومة R3 يكون خرج الدائرة 7.5V وإذا وصل S2 مع R4 فإن خرج الدائرة يساوى 9V ويجب عند تنفيذ الدائرة عمليا تثبيت IC1 على مشتت حرارى للحفاظ عليها من ارتفاع درجة الحرارة أثناء التشغيل.

كما أنه يمكن الاستغناء عن المفتاح S2 إذا كان الجهد المراد من الدائرة قيمته ثابتة 9V أو 7.5V أو 6V حيث توصل المقاومة (R4 أو R3 أو R2) التى تعطى القيمة المناظرة للخرج مباشرة فى الدائرة.

٣ / ٢ - مصادر القدرة المزدوجة القطبية

الدائرة رقم (15)

الشكل (٣-٦) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر ±12V وتيار أقصى 1A.



الشكل (٣- ٦)

عناصر الدائرة :

مكثف كيميائى سعته 25V/2200µF	C_1,C_5
مكثف بوليستر سعته 100nF	C_2,C_3,C_6,C_7
مكثف كيميائى سعته 25V/10µF	C_4,C_8
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1:D_4$
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_5,D_6
منظم جهد موجب طراز 7812	IC_1
منظم جهد سالب طراز 7912	IC_2
محول خافض بنقطة المنتصف 220/24-0-24V وسعته 24VA	T_1
منصهر 500mA	F_1

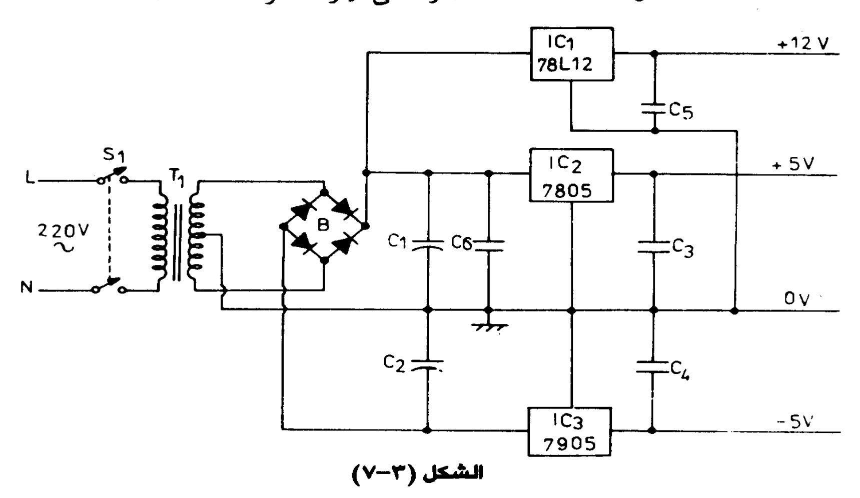
نظرية عمل الدائرة :

الدائرة لا تختلف فى عملها عن الدائرة رقم (10) غير أن الدائرة تستخدم كذلك منظم جهد سالب IC_2 يعطى جهداً سالباً بقيمة 12V- .

والجدير بالذكر أن الموحدين D_5,D_6 لحماية كل من IC_1, IC_2 من حدوث دائرة قصر على خرجيهما .

الدائرة رقم (16)

الشكل (٣-٧) يوضح دائرة مصدر قدرة منظم يمكن الحصول منه على جهد ثابت (+12VD.C) وكذلك (±5VD.C) وأقصى تيار للدائرة 100mA .



الشكل (٣-٧)

عناصر الدائرة :

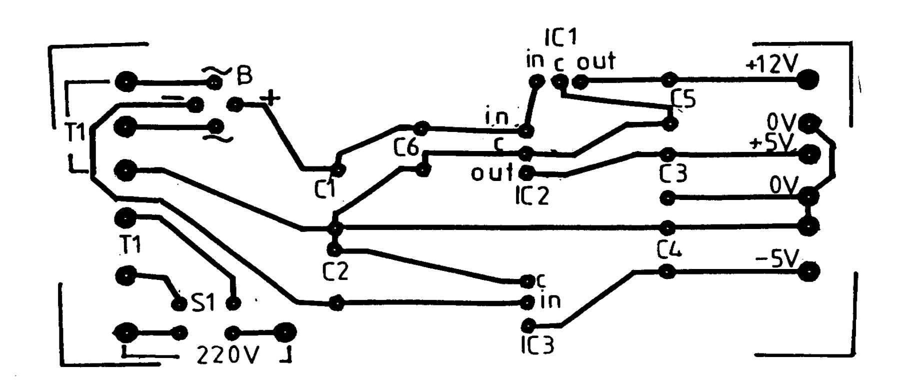
قنطرة توحيد طراز B30C500	B
محول خافض (C.T) له نسبة تحويل 100mA-220V/(12-0-12V)	T1
مكثف كيميائى سعته 25V/470µF	C1
مكثف كيميائى سعته 25V/100µF	C2
مكثف سيراميكى سعته 100nF	C3,C5
مكثف سيراميكى سعته 330nF	C4,C6
منظم جهد (12V) طراز 78L12	IC1

منظم جهد (5V) طراز 7805	IC2
منظم جهد (-5V) طراز 7905	IC3
مفتاح قطبين بسكتين	S1

نظرية عمل الدائرة :

يمكن الرجوع للدائرة رقم 10 مع الأخذ فى الاعتبار أن الدائرة التى نحن بصددها تحتوى على عدد 3 منظم جهد وبالتالى نحصل منها على ثلاثة جهود مختلفة وهى ±5VD.c، +12VD.c وأقصى تيار حمل يمكن سحبه من الدائرة يكون فى حدود 100mA .

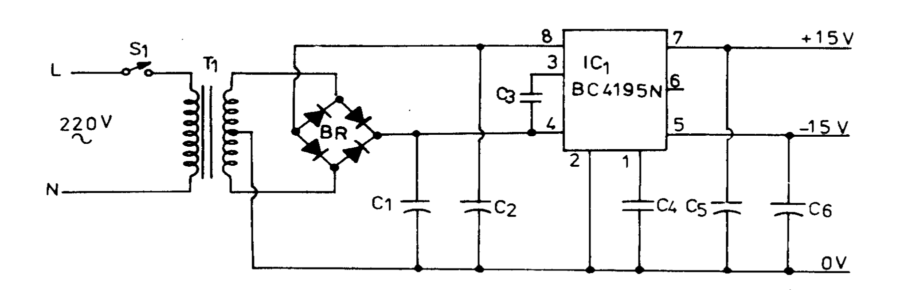
والشكل (٣-٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة منفذا على لوحة توصيلات نحاسية ذات وجه واحد أبعادها 11x6cm .



الشكل (٣ - ٨)

الدائرة رقم (17)

الشكل (٣-٩) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر تعطي خرجين متماثلين ±15V واقصى تيار يمكن سحبه من الدائرة 100mA . يمكن استخدامها لتغذية دوائر مكبرات العمليات (OP. AmP) .



الشكل (٣ - ٩)

عناصر الدائرة:

محول خافض (C.T) له نسبة تحويل 250mA-220V/(15-0-15)V	T_1
قنطرة توحيد موجة كاملة طراز S1WB10	BR
مكثف كيميائي سعته 25V/1000µF	C_1,C_2
مكثف سيراميكي سعته 100nF	C_3,C_4
مكثف كيميائي سعته 25V/10µF	C_5,C_6
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منظم جهد طراز BC4195N	IC_1

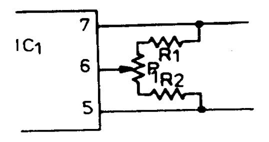
نظرية عمل الدائرة:

الدائــرة المبينة دائــرة مصـدر قدرة لها خرجان متمـاثلان ±15V تستخدم فيها الدائرة المتكاملة IC_1 طراز BC4195N وهى عبـارة عن عـدد اثنين منظم جـهـد، أحـدهمـا سـالب، والآخـر مـوجب داخل إطار واحـد على شكل دائرة متكاملة لهـا ثمانية أطراف.

المكثفان C_1,C_2 مكثفى ترشيح موصلان أحدهما عكس الآخر وذلك لتجهيز الدخل الموجب عن طريق C_2 إلى الطرف (8) لمنظم الجهد وهو طرف الدخل الموجب. والمكثف C_1 لتجهيز الدخل السالب إلى الطرف (4) وهو طرف الدخل السالب للمنظم.

كمـا أن المكثفين C_5,C_6 موصـلان بنفس طريقـة C_1,C_2 ولكن فى خرج المنظم، وذلك لزيـادة تحسين خرج المنظـم والقQHء علـى التموجات المصاحبة للخرج.

كما أنه يمكن إجراء عـملية اتزان لخرج المنظم وذلك باستخدام الدائرة المبينة فى الشكل (٣-١٠)، وذلك للتأكد من قيم خرج المنظم قبل توصيل هذا الخرج إلى الدوائر المراد تغذيتها به.



الشكل (٣-١٠)

عناصر الدائرة :

منظم الجهد المستخدم طراز BC4195N — IC_1

مقاومة كربونية 0.5W/6.8KΩ — R_1, R_2

مقاومة متغيرة 1W/10KΩ — P_1

طريقة عمل الدائرة :

توصل الدائرة المبينة فى الشكل (٣-١٠) ضمن الدائرة الموصلة فى شكل (٣-٩) وذلك إذا ما كان خرجى منظم الجهد IC_1 غير متساوى القيمة .

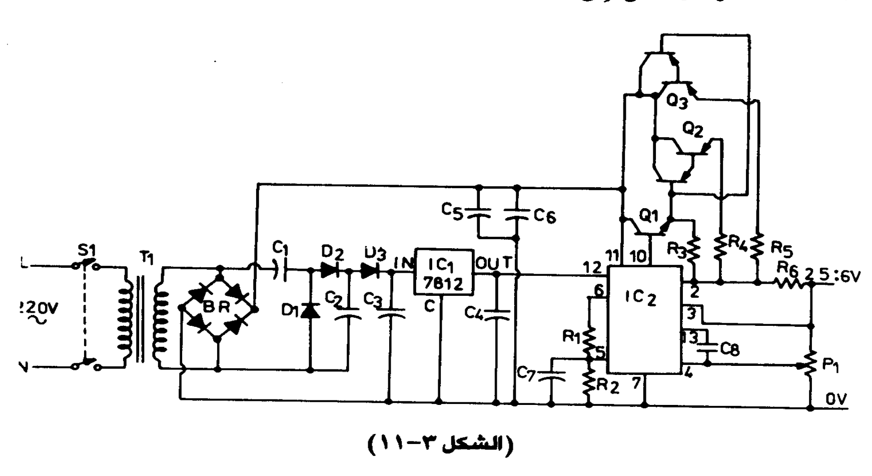
يتم تغيير المقاومة P_1 حتى نحصل فى الخرج على ±15V بالضبط على أطراف الخرج للمنظم بالنسبة لأرضى الدائرة .

أما إذا كان المنظم مضبوطاً وخرجاه متساويين فإنه ليس هناك حاجة لاستخدام الدائرة السابقة أى أنها تستخدم فقط مع المنظمات التى تحتاج إلى اتزان .

٣ / ٣ - مصادر القدرة ذات الجهد القابل للمعايرة

الدائرة رقم (18)

الشكل (٣-١١) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر ذو قيم مختلفة (2.5V:6V) وتيار يصل إلى 8A .



(الشكل ٣-١١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/3.3KΩ	R_1,R_2
مقاومة كربونية 1W/100Ω	R_3
مقاومة كربونية 5W/0.15Ω	R_4,R_5
مقاومة كربونية 10W/0.1Ω	R_6
مقاومة متغيرة 1W/5KΩ	P_1
مكثف كيميائي سعته 50V/470μF	C_1,C_2
مكثف كيميائي سعته 50V/220μF	C_3
مكثف كيميائي سعته 16V/1μF	C_4
مكثف كيميائي سعته 25V/1000μF	C_5,C_6
مكثف كيميائي سعته 16V/10μF	C_7
مكثف سيراميكي سعته 470 PF	C_8
قنطرة توحيد موجة كاملة طراز KBPC1001(40V - 10A)	BR
موحد سليكون طراز 1N4001	$D_1:D_3$
ترانزستور NPN طراز BD139	Q_1
ترانزستور (دارلنجتون) طراز TIP142	Q_2,Q_3
منظم جهد طراز 7812	IC_1
منظم جهد طراز 723	IC_2
محول خافض 10A-220/10V	T_1
مفتاح قطبين سكتين	S_1

نظرية عمل الدائرة :

فى بعض الأجهزة نحتاج لتغذيتها إلى جهود منخفضة وتيارات عالية قد تتعدى 8A . وللحصول على تلك القيم يمكن استخدام بعض منظمات الجهد ذات الخدمة الشاقة ولكنها فى نفس الوقت تعتبر غير اقتصادية ولذا أمكن تصميم دائرة يستخدم فيها منظم الجهد طراز 723 كمنظم جهد رئيسى فى الدائرة، بالإضافة إلى منظم جهد ثلاثى الأرجل 7812 كما أنه تم إضافة مرحلة مكبر قدرة فى خرج الدائرة يتكون من ترانزستورين (دارلنجتون) على التوالى معاً حتى يمكن الحصول على تيارات عالية وذلك لتحقيق تيار الخرج المراد من الدائرة .

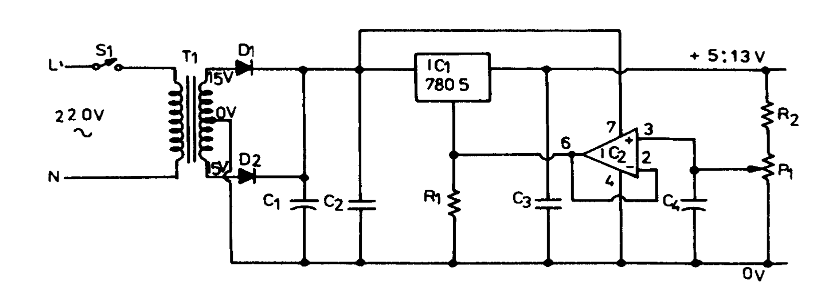
جهد الدخل الضرورى للدائرة المتكاملة IC_2 هو عبارة عن جهد الملف الثانوى للمحول T_1 بعد توحيده بواسطة BR ومضاعفته بواسطة مضاعف الجهد والمكون من D_1,D_2,D_3,C_1,C_2 وترشيحه بواسطة المكثف C_3 . ومن ثم ينظم هذا الجهد بواسطة IC_1(7812) .

وقد تم اختيار هذه الطريقة لسبب رئيسى هو أن يجعل جهد الملف الثانوى للمحول لايتأثر بقدر الإمكان بالقدرة المفقودة على ترانزستورات التوالى بالدائرة $Q_1:Q_3$ إلا فى حدود معقولة . ولنفس الغرض يجب أن يثبت كل من Q_2,Q_3 على مشتت حرارى مناسب لتقليل الفقد فى القدرة كما وأنه لنفس الغرض وللمحافظة على تيار الدائرة للاستفادة به اختيرت قيم المقاومات $R_4:R_6$ لتفى بهذا الغرض . ويكون تيار الدائرة بعد كل تلك الاحتياطات يتراوح ما بين 6A:8A مع الأخذ فى الاعتبار عند تنفيذ الدائرة أن يكون هناك مسافات معقولة بين تلك المقاومات الثلاث ($R_4:R_6$) نظراً لارتفاع درجة حرارتها عند التحميل على الدائرة .

بواسطة P_1 يمكن ضبط جهد خرج الدائرة عند 5.5V وعندما تحمل الدائرة عند 0.68Ω` ينخفض جهد الخرج إلى 5.32V ويكون تيار الحمل فى حدود 8A وعند تيار حمل يساوى 7.8A ينخفض جهد الخرج بنسبة 3.3% من الجهد المضبوط عليه الدائرة (5.5V) ويكون جهد التموج المصاحب للخرج فى حدود 0.25Vrms .

الدائرة رقم (19)

الشكل (٣ – ١٢) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر يمكن الحصول منها على قيم مختلفة لجهد الخرج ما بين (5VD.c: 13V D.c) .



الشكل (٣–١٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1W/ 1.2 k Ω	R_1
مقاومة كربونية 1W/ 12KΩ	R_2
مقاومة متغيرة 1W/ 22 k Ω	P_1
مكثف كيميائى سعته 25 V/ 4700 μF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 220 nF	C_2 , C_3
مكثف كيميائى سعته 22 V/ 4. 7 μF	C_4
موحد سليكون طراز 1N 4001	D_1, D_2
دائرة متكاملة منظم جهد طراز 7805	$I C_1$
مكبر عمليات طراز CA 3140	$I C_2$
محول خافض (C. T) له نسبة تحويل V (15 - 0 - 15) /220 - 500 mA	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

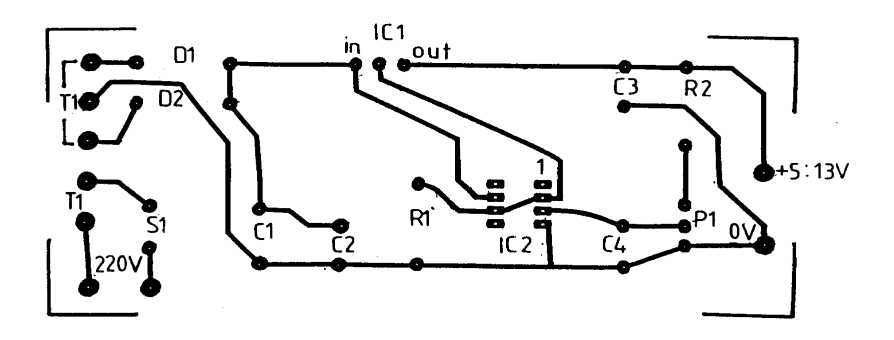
يوصل جهد المصدر عن طريق المفتاح S_1 إلى الملف الابتدائى للمحول T_1 حيث يتم خفضه إلى ~ 15 V ومن ثم يتم توحيد وترشيح هذا الجهد بواسطة دائرة توحيد الموجة الكاملة D_1 , D_2 والمرشح C_1 .

يوصل جهد الدخل لمنظم الجهد IC_1 بين الطرفين (IN, COM) ويؤخذ الخرج وهو عبارة عن جهد منظم بين الطرفين (OUT, COM) ومن هنا نلاحظ أن الطرف (COM) غير متصل بأرضى الدائرة مباشرة، ولكن متصل بأرضى الدائرة عن طريق R_1 وبذلك يكون جهد الخرج الفعلى للدائرة عبارة عن جهد خرج المنظم (+ 5V) مضافاً إليه الجهد الواقع على طرفى R_1 .

يتغير الجهد الواقع على R_1 من (0V: 8V) بتغير جهد الخرج للدائرة من (5Vd.c: 13VD.c) . وبتوصيل مكبر العمليات IC_2 كمكبر عازل ما بين خرج الدائرة والحمل حيث يحصل على الدخل للطرف غير العاكس (3) عن طريق المقاومة المتغيرة P_1 والتى تعمل مع المقاومة R_2 كمجزئ لجهد الخرج . فعن طريق التحكم فى قيمة P_1 يتم التحكم فى التيار المار من خرج IC_2 إلى R_1 .

وحيث إن هذا النوع من المكبرات يمكن أن يتغير الخرج لها من قيم تبدأ بالملى ڤولت (mV)، فإنه يمكن القول إن التيار المار فى R_1 فى بعض الأحيان يساوى 0A ويكون خرج الدائرة فى هذه الأثناء (5VD.c) وعند ضبط P_1 فى عكس الوضع الذى يعطى 0V على R_1 فإنه يمكن الحصول على تيار كبير فى خرج IC_2 يؤدى إلى ارتفاع الجهد على R_1 إلى ما يساوى 8V ،وعلى ذلك يرتفع خرج الدائرة إلى 13VD.C . المكثفان C_2, C_3 يستخدمان لزيادة استقرار الدائرة، والمكثف C_4 يعمل على ترشيح الجهد الواقع على P_1 كما أنه يساعد على تقليل الشوشرة المصاحبة للخرج لتكون فى حدود بعض الملى ڤولت (mV) .

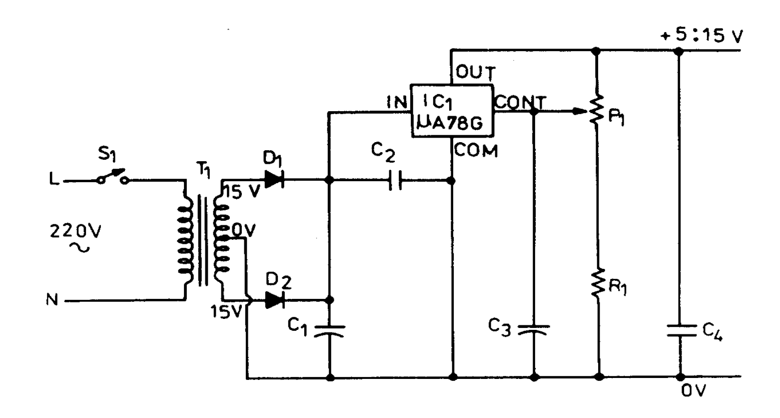
والشكل (٣ – ١٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (19) منفذاً على لوحة توصيلات نحاسية ذات وجه واحد مقاس (12 x 6 cm) .



الشكل (٣-١٣)

الدائرة رقم (20)

الشكل (٣ – ١٤) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى قيماً مختلفة (5 : 15 VD. C) باستخدام دائرة متكاملة واحدة .



الشكل (٣-١٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1W/ 2. 2 k Ω	R_1
مقاومة متغيرة 1W/ 5 k Ω	P_1
مكثف كيميائى سعته 25 V/ 2200 μF	C_1
مكثف سيراميكي سعته 220 n F	C_2,C_4
مكثف كيميائى سعته 25 V/ 10 μ F	C_3
موحد سليكون طراز 1N 4002	D_1, D_2
منظم جهد طراز UA 78 GUIC	$I C_1$
محول خافض (C. T) له نسبة تحويل 750 mA -220 / (15 - 0 - 15) V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة الموضحة تعمل كدائرة مصدر قدرة تعطى خرجاً ذا قيم مختلفة تتراوح ما بين (5 VD. C: 15VD. C) كما أن خرج الدائرة يعطى جهداً منظماً والشوشرة المصاحبة له لا تتعدى 1 mV .

IC_1 عبارة عن منظم جهد له أربعة أطراف يوصل إليه الجهد غير المنظم من خرج دائرة التوحيد والواقع على طرفى C_1 ما بين الطرفين (IN, COMM)، كما أنه يتم أخذ الجهد المنظم لخرج $I C_1$ ما بين الطرفين (OUT, COMM) أما الطرف الرابع للدائرة المتكاملة IC_1 وهو طرف التحكم (Control) فيتم تغذيته من خرج الدائرة عن طريق P_1 والتى تعمل كمجزئ لجهد الخرج مع R_1 وعلى ذلك يكون الجهد الواقع على طرف التحكم يعمل كتغذية عكسية سالبة تؤدى إلى تغيير جهد الخرج للدائرة من 5VD. C إلى 15VD. C .

فعندما تكون النقطة المتحركة للمقاومة P_1 عند أعلى قيمة لها هذا يعنى ازدياد

الجهـد على طـرف التحكـم الأمـر الذى يـؤدى إلى زيـادة التـغـذيـة العكسـيـة السالبـة مما يـؤدى إلى نقصان جهـد الخرج الـذى يساوى فى هـذه الحالة 5 V .

وعندما تكون النقطة المتحركة للمقـاومـة P1 عند أقل قيـمـة لهـا يكون الجـهـد الواقع على طرف التحكم يساوى الجهـد الواقع على R2 أى يقل الجهد وبذلك تقل التـغـذية العكسيـة السـالبـة لمنظم الجـهـد الأمـر الذى يؤدى إلى زيادة جـهـد الخرج ليساوى 15V .

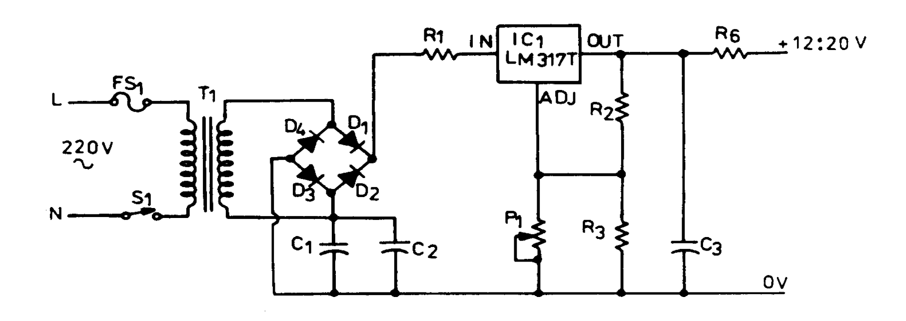
وعلى ذلك يمكن الحصول على قيم مختلفة لخرج الدائرة عن طريق التحكم فى وضع النقطة المتحركة للمقاومة المتغيرة P1 .

المكثفان C2, C3 والموصلان فى دخل IC1 ، وعلى طرف التحكم يعـمـلان على زيادة استقرار الدائرة .

أما C4 والموصل فى خرج الدائرة يعمل على تقليل الشوشرة المصاحبة للخرج .

الدائرة رقم (21)

الشكـل (٣ - ١٥) يعـرض دائـرة مـصـدر قـدرة تيـار مـسـتـمـر باسـتـخـدام الـدائرة المتكاملة LM317 T . يمكن الحصـول منها على قيـم مختلفة لجهـد الخرج (1.2: 20 VD.c) وتيار أقصى (A 2 .1) .



الشكل (٣-١٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية $2\ W/\ 1\ \Omega$	R_1
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 250\ \Omega$	R_2
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 5.6\ k\Omega$	R_3
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 24\ k\Omega$	R_4
مقاومة متغيرة $2\ W/\ 10\ k\Omega$	P_1
مكثف كيميائى سعته $50\ V/\ 1000\ \mu F$	C_1
مكثف كيميائى سعته $50\ V/\ 0.1\ \mu F$	C_2
مكثف كيميائى سعته $35\ V/\ 10\ \mu F$	C_3
موحد سليكون طراز 1 N 4001	$D_1: D_4$
منظم جهد متحكم فيه طراز LM 317 T	IC_1
محول خافض له نسبة تحويل ~V 220/ 25 - 2 A	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 400 mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة الموضحة يمكن تقسيمها إلى مرحلتين:

المرحلة الأولى: وهى الخاصة بالجهد غير المنظم والمكونة من المحول T_1 وقنطرة توحيد الموجة الكاملة $D_1: D_4$ ومكثف الترشيح C_1.

أما المرحلة الثانية: وهى الخاصة بتنظيم خرج المرحلة الأولى وتتكون من منظم الجهد IC_1 والمكونات الملحقة به وهى P_1 , R_2,R_3.

عند بدء تشغيل الدائرة ينشأ فرق جهد مرجعى ثابت (1.2 V) بين كل من طرف الخرج (OUT) وطرف الضبط (adj) لمنظم الجهد IC_1 فرق الجهد هذا (الجهد

المرجعى) ينطبق مباشرة على المقاومة R2 مما يؤدى إلى مرور تيار مرجعى خلالها فى حدود 5mA .

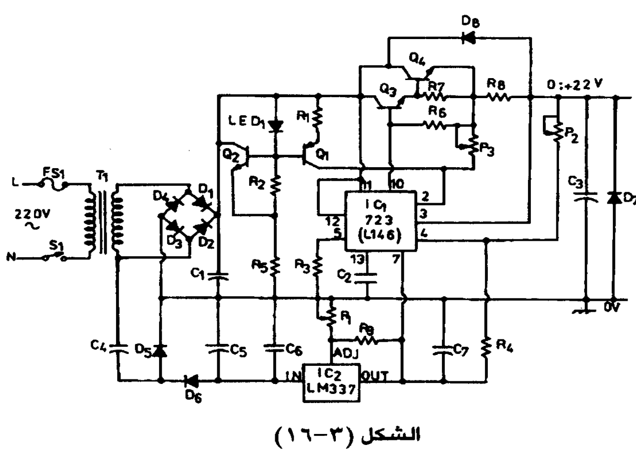
التيار المرجعى هذا يمر من R2 إلى كل من المقاومتين R3 والمتغيرة P1 وعليه يكون أى زيادة فى قيمة P1 تؤدى إلى زيادة جهد الخرج للدائرة، كما أن أى انخفاض فى قيمة P1 تؤدى إلى انخفاض جهد خرج الدائرة ولكن لا يقل جهد الخرج هذا بأى حال من الأحوال عن قيمة الجهد المرجعى (1. 2V) .

أما جهد التموج المصاحب لخرج قنطرة التوحيد يكون كبيراً ويبلغ تقريبًا 5 V ولكن منظم الجهد IC1 يمتص ذلك الجهد ويكون جهد التموج المصاحب لخرج المنظم عند تيار الحمل الكامل (1 A) يكاد يكون منعدماً حيث يبلغ حوالى 5 mV أو أقل من ذلك .

المقاومة R1 تستخدم لحماية منظم الجهد من الارتفاع المفاجئ لتيار المرحلة الأولى والمكثف C3 يوصل فى خرج المنظم لإزالة أى تغيرات عارضة فى خرج المنظم .

الدائرة رقم (22)

الشكل (٣ – ١٦) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر ذات جهد يتراوح ما بين (0: 22 V) باستخدام منظم (723) .



الشكل (٣-١٦)

عناصر الدائرة :

العنصر	الرمز
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 1k Ω	R_1, R_6
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 47 Ω	R_2
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 1. 5 k Ω	R_3
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 1.8 k Ω	R_4
مقاومة كربونية 1 W/ 1 k Ω	R_5
مقاومة كربونية 0.5 W/ 100 Ω	R_7
مقاومة كربونية 3 W/ 0.47 Ω	R_8
مقاومة كربونية 0.5 W/ 1.2 k Ω	R_9
مقاومة متغيرة 1 W/ 5 k Ω	P_1
مقاومة متغيرة 1 W/ 10 k Ω	P_2
مقاومة متغيرة 1 W/ 1 k Ω	P_3
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 1000 µ F	C_1 , C_5
مكثف سيراميكى سعته 1 n F	C_2
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 10 µF	C_3 , C_7
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 100 µF	C_4
مكثف سيراميكى سعته 300 nF	C_6
ترانزستور PNP طراز BC 557B	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 547B	Q_2
ترانزستور NPN طراز BD 139	Q_3
ترانزستور NPN طراز 2 N 3055	Q_4
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 723 أو (L 146)	IC_1
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز (LM 337)	IC_2
محول خافض 2 A - 220 V/ 22 V	T_1
موحد سليكون طراز 1 N 5401	D_1: D_4
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 250 m A	FS_1
موحد باعث للضوء	LED_1

نظرية عمل الدائرة :

من المعروف أن منظم الجهد 723 نحصل منه على جهد خرج يتراوح ما بين (2V:37V)، ولكن فى كثير من الأحيان نحتاج إلى مصدر قدرة ذى خرج يتغير بداية من 0V . ولتحقيق هذا الشرط يتم توصيل منظم جهد سالب طراز LM337 وذلك للحصول على جهد سالب مناسب لمنظم الجهد (723) حتى يتمكن خرجه من التغير بداية من 0V .

كما أن منظم الجهد (723) يعطى تياراً ثابتًا (محدد) عندما يكون الجهد المطبق على الطرفين (2,3) فى حدود 0.6 V . وهذا الجهد عبارة عن مجموع الجهدين المطبقين على كل من P_3, R_8 . فالجهد الواقع على R_8 يتناسب مع تيار الخرج (I_o) بينما يكون الجهد الواقع على P_3 ناتجاً عن مرور تيار الترانزستور Q_1 خلالها .

وخرج الدائرة يزداد زيادة خطية مع تغير المقاومة P_2 ويمكن الحصول على أقصى قيمة للخرج بضبط P_1 .

وأقصى تيار خرج للدائرة يمكن الحصول عليه عن طريق R_8 يساوى

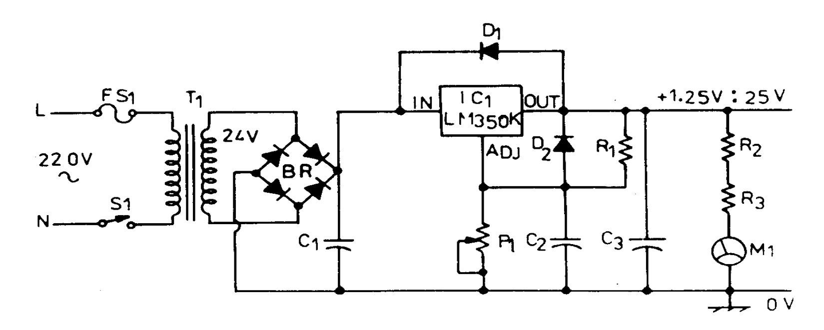
$$I\ max = 0.6/ 0.47 = 1.28\ A$$

الترانزستورين Q_3, Q_4 يوصلان على شكل دائرة دارلنجتون لتكبير تيار خرج المنظم، ويجب أن يثبت كل منهما على مشتت حرارى حتى لا تزيد القدرة المفقودة وبخاصة من Q_4 عن 40 W لعدم انخفاض خرج الدائرة .

والمكثف C_3 فى خرج الدائرة لتقليل الشوشرة المصاحبة للخرج والموحد D_7 يعمل على حماية الدائرة من عكس أقطاب الحمل على طرفى خرج الدائرة وعند وضع المفتاح S_1 على وضع ON يمر تيار المنبع غير المنظم عن طريق الموحد الباعث للضوء LED_1 فيعطى إضاءة تدل على بدء عمل الدائرة .

الدائرة رقم (23)

الشكل (٣ – ١٧) يعرض دائرة مصدر قدرة منظم (1.25: 25 V D. C) وتياراً أقصى 3A .



الشكل (٣ – ١٧)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1 W/ 120 Ω	R_1
مقاومة كربونية 1 W/ 220 Ω	R_2
مقاومة كربونية 1 W/ 27 k Ω	R_3
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 4700 µ F	C_1
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 10 µ F	C_2
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 1 µ F	C_3
موحد سليكونى طراز 1 N 4001	D_1 , D_2
قنطرة توحيد طراز B80C 5000	BR
منظم جهد طراز LM 350 K	IC_1
مقاومة متغيرة 1 W/ 2.5 K Ω	P_1
محول خافض 3 A - 220/ 24 V	T_1
منصهر 5 A	FS_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
جهاز أميتر تياره الأقصى 100 µ A	M_1

نظرية عمل الدائرة :

الجهد غير المنظم الذى يتم الحصول عليه من خرج قنطرة التوحيد يتم ترشيحه بواسطه C_1 الموصل فى دخل منظم الجهد IC_1، ويلاحظ أن طرف التحكم (الضبط) adj يوصل فى نقطة اتصال مجزئ الجهد R_1, P_1 .

وعلى ذلك يمكن حساب قيمة جهد الخرج للدائرة V_o من العلاقة .

$$V_o = [1.25\ (1 + P_1 / R_1)]\ V$$

حيث إن :

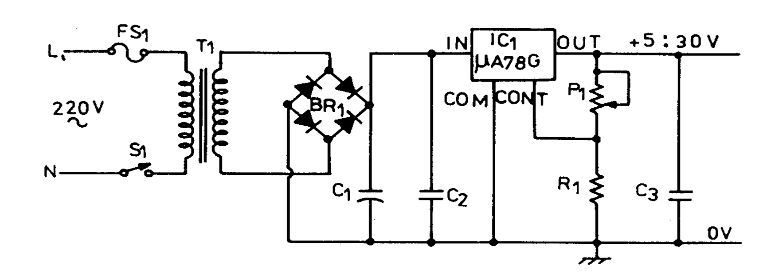
P_1, R_1 بالأوم

كما أن قيمة P_1 تقاس من الطرف المتحرك إلى نقطة اتصالها مع R_1 أى من تغيرها من ($0 : 2.5K\ \Omega$) .

أما المقاومة R_1 فقد تم اختيارها، بحيث يمكن أن تمرر أقل قيمة لتيار المنظم. والموحدان D_1, D_2 يستخدمان لعمل حماية للدائرة. والمكثفان C_2, C_3 لتحسين خرج المنظم وذلك بالتخلص من جهد التموج المصاحب للخرج.

الدائرة رقم (24)

الشكل (٣ – ١٨) يعرض دائرة مصدر قدرة ذو قيم مختلفة (5V - 30V) وتيار أقصى 1A .



الشكل (٣ – ١٨)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 4.7\ k\ \Omega$	R_1
مقاومة متغيرة $1\ W/\ 22\ k\ \Omega$	P_1
مكثف كيميائى سعته $35\ V/\ 2200\ \mu\ F$	C_1
مكثف سيراميكى سعته $330\ n\ F$	C_2
مكثف سيراميكى سعته $100\ n\ F$	C_3
منظم جهد طراز μ A 78G	IC_1
قنطرة توحيد طراز B80C 1000	BR_1
محول خافض 1. 5A - 220/ 24V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 1. 5 A	FS_1

نظرية عمل الدائرة :

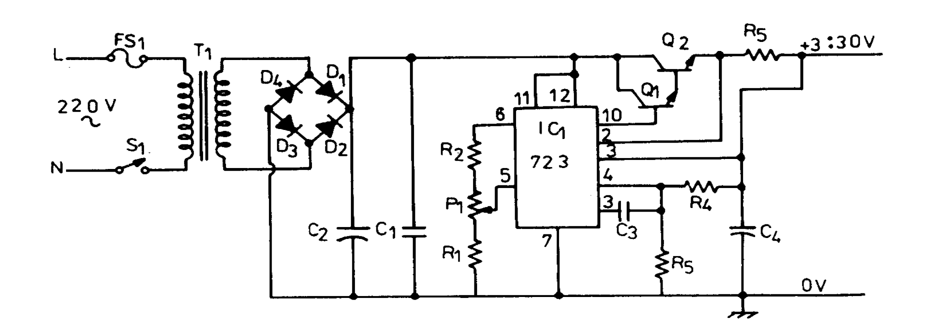
من خرج دائرة التوحيد نحصل على جهد غير منظم يرشح بواسطة C_1 وبواسطة منظم الجهد IC_1 يتم تنظيم ذلك الجهد .

وبالتحكم فى قيمة P_1 والموصلة ما بين طرفى الخرج والضبط لمنظم الجهد يمكن الحصول على قيم مختلفة لجهد الخرج حيث إن مدى تغير خرج المنظم يتراوح ما بين (5: 30V) والتيار الأقصى 1A .

المكثفان C_2, C_3 يوصلان فى دخل وخرج المنظم لاستقرار وتحسين الخرج وعمليًا يجب أن يوصلا أقرب ما يكون إلى أطراف المنظم .

الدائرة رقم (25)

الشكل (٣-١٩) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر 2.5A - وجهد الخرج يتغير خلال المدى (3: 30V) .



الشكل (٣-١٩)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5 W/ 650 Ω	R1
مقاومة كربونية 0.5 W/ 1.2 k Ω	R2
مقاومة كربونية 0.5 W/ 3.9 k Ω	R3
مقاومة كربونية 0.5 W/ 15 k Ω	R4
مقاومة كربونية 5 W/ 0.15 Ω	R5
مقاومة متغيرة 1 W/ 10 k Ω	P1
مكثف سيراميكى سعته 100 n F	C1
مكثف كيميائى سعته 40 V/ 2200 µ F	C2
مكثف سيراميكى 100 P F	C3

مكثف كيميائى 35 V/ 100 µ F	C_4
موحد سليكونى طراز 1 N5400	$D_1 : D_4$
ترانزستور NPN طراز BD 135	Q_1
ترانزستور NPN طراز 2 N 3055	Q_2
منظم جهد طراز 723	IC_1
محول خافض 3A - 220 V/ 24V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

عن طريق المحول T_1 وقنطرة التوحيد $D_1 : D_4$ ومكثف الترشيح C_2 نحصل على جهد غير منظم فى حدود 33V ($24\sqrt{2}$) .

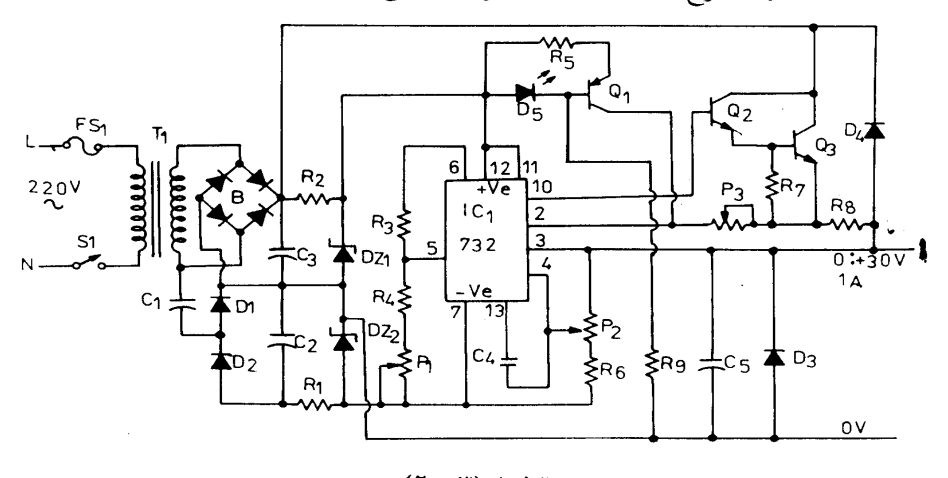
وباستخدام منظم الجهد IC_1 يتم تنظيم هذا الجهد ، كما أن منظم الجهد هذا يتم ضبط خرجه بواسطة التحكم فى قيمة P_1 حيث يتغير خرج المنظم من 2V إلى 30V ويكون معدل التيار 150 mA .

ولزيادة تيار الدائرة تم توصيل الترانزستورين Q_2, Q_1 على التوالى على شكل دائرة دارلنجتون ، حيث تم عن طريقهما زيادة تيار الدائرة إلى 2. 5A والمقاومة R_5 وصلت على التوالى فى خرج المنظم لحمايته من زيادة التحميل على الدائرة . فعند التحميل الزائد على الدائرة يرتفع التيار المار خلال R_5 فيزداد الجهد الواقع عليها عن 0.3V الأمر الذى يؤدى إلى إيقاف عمل الدائرة وتحولها إلى OFF .

ويلاحظ أن الجهد الواقع على المقاومة R_5 عبارة عن الجهد المطبق على الطرفين (2,3) لمنظم الجهد IC_1، حيث يقوم منظم الجهد بمقارنة ذلك الجهد مع الجهد المرجعى الداخلى له . فإذا كان الفرق بين الجهدين أكبر من المعدل الطبيعى المصمم عليه منظم الجهد فإن المنظم يقوم أتوماتيكيًا بتصحيح ذلك الفرق ، ومن ثم نحصل على خرج ثابت من المنظم مع الاختلاف فى التحميل .

الدائرة رقم (26)

الشكل (٣ - ٢٠) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر نحصل منها على قيم مختلفة لجهد الخرج ما بين (0V: 30V) وتيار أقصى 1A .



الشكل (٣-٢٠)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية $1.5\ W/\ 2.2\ K\ \Omega$	R_1
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 650\ \Omega$	R_2
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 2.2\ k\ \Omega$	R_3, R_4
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 1.2K\ \Omega$	R_5
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 1K\ \Omega$	R_6
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 100\ \Omega$	R_7
مقاومة كربونية $1\ W/\ 33\ \Omega$	R_8
مقاومة كربونية $0.5\ W/\ 10\ K\ \Omega$	R_9

C_1	مكثف كيميائى سعته 65 V/ 100 μ F
C_2	مكثف كيميائى سعته 50 V/ 470 μ F
C_3	مكثف كيميائى سعته 65 V/ 1000 μ F
C_4	مكثف سيراميكى سعته 1n F
C_5	مكثف كيميائى سعته 40 V/ 100 μ F
D_1: D_4	موحد سليكونى طراز 1 N 4001
B	قنطرة توحيد طراز B 80 C 1500
DZ_1	ثنائى زينر 1 W/ 33V
DZ_2	ثنائى زينر 1 W/ 4.7V
D_5	موحد ضوئى (باعث للضوء)
Q_1	ترانزستور PNP طراز BC 557B
Q_2	ترانزستور NPN طراز BC 141
Q_3	ترانزستور NPN طراز 2 N 3055
I C_1	منظم جهد طراز 723
P_1, P_2	مقاومة متغيرة 1 W/ 10 K Ω
P_3	مقاومة متغيرة 1 W/ 5 K Ω
T_1	محول خافض 1. 5 A - 220/ 30V
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
FS_1	منصهر 1 A

نظرية عمل الدائرة :

من الدائرة الموضحة نحصل على جهد مستمر غير منظم من خرج دائرة التوحيد B ،حيث يرشح ذلك الجهد بواسطة C_3 . كما يتم الحصول على جهد التغذية لمنظم الجهد IC_1 عن طريق ثنائى الزينر DZ_1 (33V) .

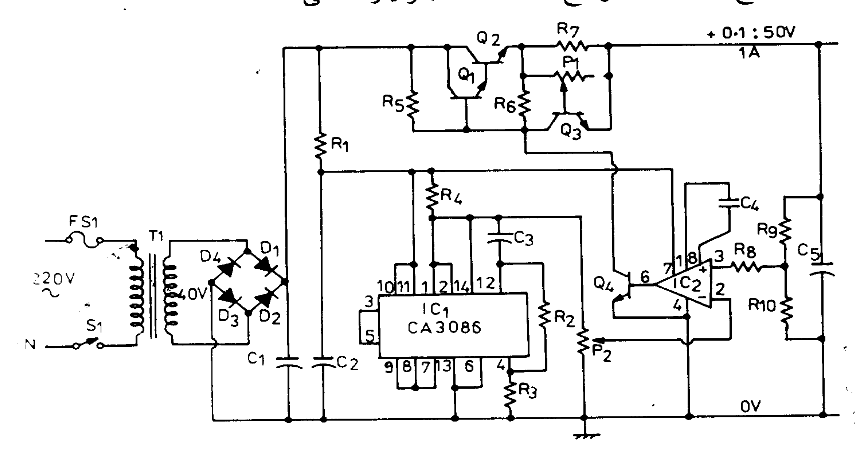
ومما هو معروف أن منظم الجهدIC_1 طراز (723) يكون أقل قيمة لجهد الخرج له فى حدود (2V +) ما بين طرف الخرج للمنظم (3) والطرف رقم (7) وعادة يتم توصيل الطرف (7) بأرضى الدائرة (0V) ونظراً لأننا نحتاج أن يكون خرج مصدر القدرة يتغير بداية من 0V فإنه يمكن التغلب على تلك المشكلة عن طريق توصيل الطرف (7) (طرف الجهد السالب للمنظم) بجهد سالب (2V -) وعلى ذلك نلاحظ أن جهد الخرج للمنظم يمكن أن يبدأ من قيم أقل من 2V + وقد تصل إلى 0V .

وعن طريق دائرة مضاعف الجهد والمكونة من (D_1, D_2) والمكثفين C_1, C_2 نحصل على الجهد السالب اللازم لتغذية الطرف رقم (7) للمنظم . حيث يتم تثبيت جهد المضاعف عند 4.7V – بواسطة DZ_2, R_1 ويلاحظ هنا أنه تم استخدام جهداً سالبًا بقيمة 4.7V – بدلاً من 2V – كما كان مفروضًا، وذلك لكى يبقى المكبر التفاضلى الداخلى لمنظم الجهد IC_1 يعمل بصورة سليمة وبخاصة عندما يكون جهد الخرج يساوى 0V والذى نحصل عليه بواسطة ضبط P_1 . الترانزستورين Q_2, Q_3 موصلان فى خرج المنظم على شكل دائرة دارلنجتون حيث يمكن الحصول على تيار عالٍ فى خرج الدائرة يصل إلى 1A . كما أن P_1 تستخدم لضبط تيار الخرج أما P_2 فتستخدم للتحكم فى قيم جهد الخرج .

أما الموحد D_3 فيعمل على حماية الدائرة من عكس قطبية الحمل على أطراف خرج الدائرة . أما الموحد الضوئى D_5 فيعتبر مبيناً لبداية عمل الدائرة، ويمكن استخدام الدائرة فى المختبرات والتى يحتاج فيها إلى قيم مختلفة من الجهود والتى يمكن ضبطها بدقة .

الدائرة رقم (27)

الشكل (٣ – ٢١) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر يعطى قيمًا مختلفة لجهد الخرج خلال مدى واسع (0.1V:50V) وتيارًا أقصى 1A .



الشكل (٣-٢١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 3. 9 K Ω	R1
مقاومة كربونية 1 K Ω	R2, R6
مقاومة كربونية 68 K Ω	R3
مقاومة كربونية 2.2 K Ω	R4
مقاومة كربونية 3.3 K Ω	R5
مقاومة كربونية 1 Ω	R7
مقاومة كربونية 10 K Ω	R8
مقاومة كربونية 39 K Ω	R9
مقاومة كربونية 8. 2 K Ω	R10

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 1 W

مكثف كيميائى سعته 63 V/ 4700 µ F	C_1
مكثف كيميائى سعته 50 V/ 100 µ F	C_2
مكثف كيميائى سعته 25 V/ 4.7 µ F	C_3
مكثف سيراميكى سعته 1 nF	C_4
مكثف كيميائى سعته 60 V/ 100 µ F	C_5
موحد سليكونى طراز 1 N 4002	D_1:D_4
ترانزستور NPN طراز 2 N 2102	Q_1, Q_4
ترانزستور NPN طراز 2 N 3055	Q_2
ترانزستور NPN طراز 2 N 5294	Q_3
منظم جهد طراز CA 3086	IC_1
مكبر عمليات طراز CA 3130	IC_2
محول خافض 1. 5 A - 220/ 40V	T_1
منصهر 1. 5 A	F_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

بواسطة دائرة توحيد الموجة الكاملة والمكونة من المحول T_1 والموحدات D_1:D_4 ومكثف الترشيح C_1 نحصل على جهد غير منظم قيمته حوالى 55V .

الدائرة المتكاملة IC_1 تتكون داخليًا من أربعة ترانزستورات تعمل كثنائى السليكون أو كثنائى الزينر وبها أيضًا ترانزستور خامس يعمل كترانزستور عزل، حيث يؤدى إلى خفض إعاقة خرج الدائرة المتكاملة IC_1، ومن ثم فإن الدائرة IC_1 تقوم بمعادلة قيمة جهد الخرج لها مع التغير فى درجة حرارتها حيث تقوم بالخفض التدريجى لجهد الدخل مع ارتفاع درجة الحرارة، وذلك لكى تعمل الدائرة المتكاملة IC_2 (مكبر العمليات) بأمان مع ارتفاع درجة حرارة الدائرة . وعلى ذلك نجد أنه بدون وجود IC_1 فإن مكبر العمليات IC_2 يمكن أن يحترق عند التحميل على الدائرة .

IC_2 موصل فى الدائرة كمقارن حيث يتم مقارنة جهد الخرج للدائرة والموصل على الطرف غير العاكس (3) مع الجهد المرجعى من خرج IC_1 والموصل على الطرف العاكس (2).

خرج المقارن IC_2 يكون ذو مدى واسع وذلك لأن من خواص IC_2 أنها تظل نشطة حتى عندما يكون جهد الدخل لها يساوى 0V. كما أنه أمكن زيادة مدى خرج الدائرة، وذلك بتوصيل الترانزستور Q_4 على التوالى مع خرج IC_2. ودخل دائرة دارلنجتون والمكونة من Q_1, Q_2 تعطى تكبيراً عالياً للتيار فى خرج الدائرة.

أما الترانزستور Q_3 فيعمل كمحدد للتيار فعند إدارة P_1 إلى نهايتها فى اتجاه عكس عقارب الساعة فإن التيار المار خلال Q_4 يكون حوالى 0. 6A.

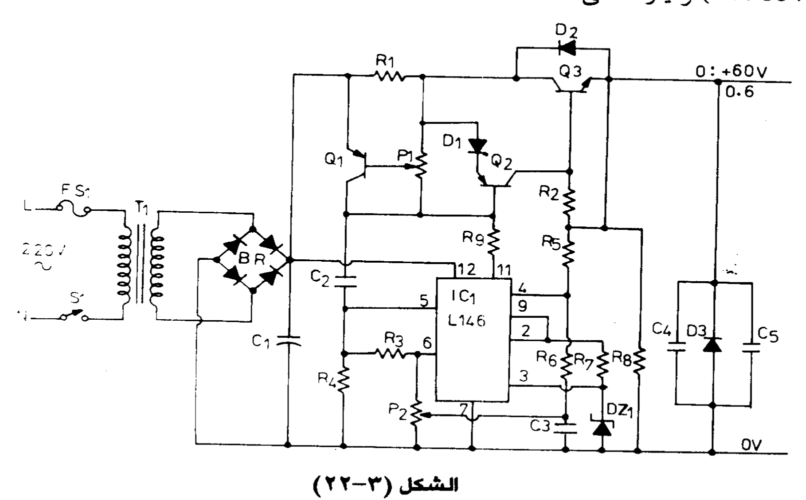
بينما إذا تم إدارة النقطة المتحركة للمقاومة P_2 إلى نهايتها فى اتجاه عقارب الساعة فسوف ينعدم تأثير دائرة محدد التيار.

ومما تقدم يمكن أن نقول إن الدائرة تتميز بمدى واسع للخرج يتراوح ما بين (0.1V: 50V)، كما أن معدل تنظيم الدائرة جيد ويصل إلى 0.005% عند تيار خرج يتراوح ما بين (0A: 1A).

كما أن الشوشرة المصاحبة للخرج تكون شبه منعدمة وتقاس بالميكروفولت حيث تصل إلى 250μV.

الدائرة رقم (28)

الشكل (٣ – ٢٢) يعرض دائرة مصدر قدرة تيار مستمر ذى جهد يتغير من (0V: 60V) وتيار أقصى 600mA .



الشكل (٣-٢٢)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 3 W/ 1. 2Ω	R_1
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 47 Ω	R_2
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 8. 2 K Ω	R_3 , R_6
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 68 K Ω	R_4, R_5
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 100 Ω	R_7
مقاومة كربونية 1 W/ 4. 7 K Ω	R_8
مقاومة كربونية 0. 5 W/ 10 K Ω	R_9
مقاومة متغيرة 1 W/ 500 Ω	P_1
مقاومة متغيرة 1 W/ 1 K Ω	P_2
مكثف كيميائى سعته 80 V/ 1000 µF	C_1

مكثف سيراميكى سعته 27 PF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_3, C_4
مكثف كيميائى سعته 80 V/ 47 µ F	C_5
موحد سليكون طراز 1 N 4001	$D_1: D_3$
موحد زينر 400 W/ 2. 7V	DZ_1
ترانزستور PNP طراز BC 557	Q_1
ترانزستور NPN طراز BD 242	Q_2
ترانزستور NPN طراز 2 N 3442	Q_3
قنطرة توحيد طراز B 80C 1500	BR
منظم جهد طراز L 146	IC_1
محول خافض 1 A - 220V/ 48V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 1 A	FS_1

نظرية عمل الدائرة:

منظم الجهد المستخدم فى الدائرة طراز (L 146) يتميز بأنه يعطى جهداً وتيار خرج عاليين، كما أنه يتحمل الجهود العالية أثناء التشغيل.

فى معظم الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد يكون أقل جهد لخرج المنظم يساوى 2V ولجعل جهد الخرج للمنظم يبدأ من 0V فإن شبكة المقاومات المكونة من R_3: R_6 توفر الجهد الموصل على الطرف غير العاكس (5) وكذلك الجهد الموصل على الطرف العاكس (4) لمنظم الجهد مما يجعل منظم الجهد يعمل بصورة مستقرة بداية من 0V.

فإذا قل الجهد على الطرفين (4, 5) عن ذلك الحد المتوفر بتلك المقاومات فإن مستوى جهد الدخل للمنظم يحتاج إلى ضبط حتى يظل المنظم مستقراً ويبدأ جهد الخرج له من 0V.

عندما يكون جهد الخرج المطلوب أقل من القيمة الصغرى لجهد خرج المنظم فإن الجهد على الطرف (4) يكون أقل من الجهد على الطرف (5) مما يؤدى إلى محاولة المنظم موازنة ذلك عن طريق زيادة جهد الخرج على الطرف (9).

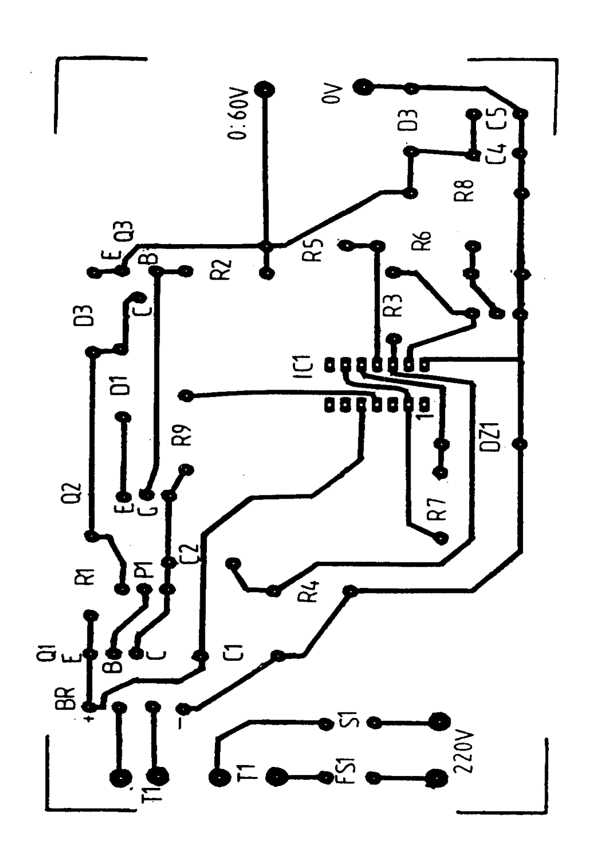
ولما كان الطرف (9) غير مؤثر لاتصاله بأرضى الدائرة عن طريق DZ_1, R_7 الذى يحدد زيادة جهد الخرج، وفى حين أن جهد الخرج لا يستطيع الزيادة فإن تيار الخرج يبدأ فى الزيادة فى هذه الأثناء، حيث تقوم R_7 بتحديد التيار بحوالى 8 mA، ويمر التيار خلال المنظم من الطرف (9) إلى الطرف (11) مما يؤدى إلى تولد جهد على المقاومة P_1 ذلك الجهد الواقع على P_1 يؤدى إلى تحويل Q_3 إلى وضع التوصيل ON عن طريق Q_2 ولاتصال P_1 بقاعدة Q_1 فإنها تستخدم فى التحكم فى تحديد تيار خرج الدائرة.

وعندما يزداد الجهد الواقع على R_1 عن (0.6V) تحدث دائرة قصر على P_1 بواسطة كل من R_1 والترانزستور Q_1 الأمر الذى يؤدى إلى تحويل Q_3 إلى حالة الفصل (OFF).

وخلال التشغيل العادى للدائرة يكون الجهد المطبق على المقاومة P_1 ثابتًا ويساوى 1.2V مما يوفر جهد الانحياز الأمامى لكل من D_1 والترانزستور Q_2، كما أن جزءاً من الجهد الواقع على P_1 يستخدم فى تشغيل Q_1 قبل أن يصل الجهد على R_1 إلى 0.6V، وذلك لأن جهد الانحياز لقاعدة Q_1 يتكون من الجهد الواقع على R_1، والجهد المطبق على الطرف المتحرك للمقاومة P_1، وعلى ذلك يمكن تغيير تيار خرج الدائرة بالتحكم فى قيمة P_1 حيث يمكن ضبط التيار وتغييره بداية من 0A إلى أقصى تيار للدائرة 600 mA.

أما عن طريق ضبط P_2 فيمكن ضبط جهد الخرج للدائرة بداية من 0V إلى أقصى قيمة له وهى 60 V.

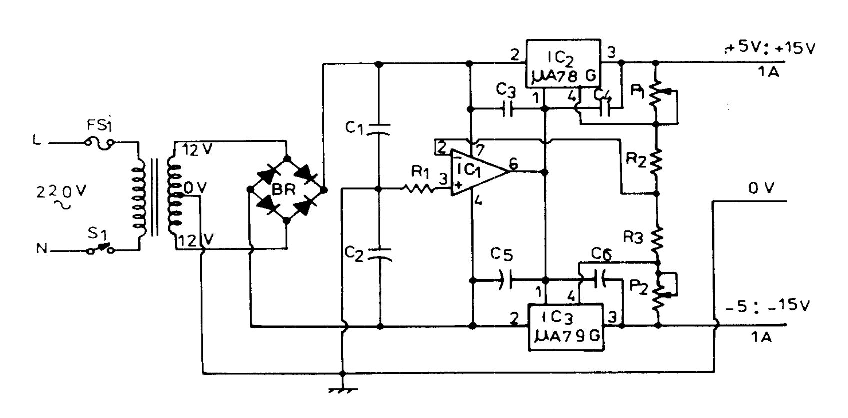
والشكل (٣ – ٢٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (28) منفذاً على لوحة توصيلات نحاسية وجه واحد مقاس (15 x 8 cm).


0:60V
0V
D3
C4
C5
R8
R6
R5
R2
Q3
E
B
C
D3
D1
IC1
R3
R9
Q2
E
G
R7
DZ1
R1
P1
C2
R4
Q1
E
B
C
C1
BR
+
-
S1
FS1
T1
220V

الشكل (٣-٢٣)

الدائرة رقم (29)

الشكل (٣-٢٤) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى خرجين متماثلين متغيرين خلال مدى (5 : 15V) وأقصى تيار 1A .



الشكل (٣-٢٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/1.5KΩ	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/4.7KΩ	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/2.2KΩ	R_3
مقاومة متغيرة 1W/22KΩ	P_1 , P_2
مكثف كيميائى سعته 40V/2200μF	C_1 , C_2
مكثف سيراميكى سعته 330nF	C_3
مكثف سيراميكى سعته 100nF	C_4
مكثف كيميائى سعته 40V/2μF	C_5

مكثف كيميائى سعته 40V/1µF	C_6
قنطرة توحيد طراز B80C1000	BR
مكبر عمليات طراز 741	IC_1
منظم جهد طراز µA78G	IC_2
منظم جهد طراز µA79G	IC_3
محول خافض 1.5A - 220/(12-0-12)V C.T	T_1
منصهر 1.5A	FS_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة.	S_1

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة عبارة عن مصدر قدرة يعطى جهداً منظماً متغير القيم باستخدام عدد اثنين منظم جهد متحكم فى IC_3 ، IC_2 مع مكبر العمليات IC_1 وأقصى قيمة لتيار الحمل للدائرة فى حدود 1A .

ويلاحظ أن منظم الجهد IC_2 عبارة عن منظم جهد موجب، أما الآخر IC_3 فهو منظم جهد سالب. وعليه فإن خرج الدائرة عبارة عن خرجين متماثلين من ناحية القيمة، بينما أحدهما موجباً والآخر سالباً.

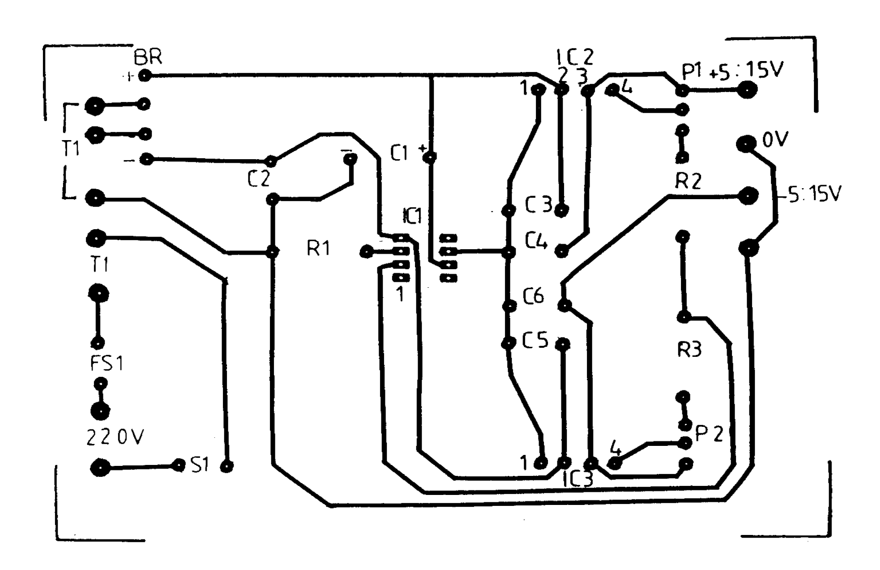
ولكل من منظمى الجهد مقاومة ضبط للخرج وهما P_1 لضبط الخرج الموجب وP_2 لضبط الخرج السالب.

إذا وصل أحد نصفى الدائرة إلى أقصى قيمة لتيار الحمل (1A) فإنه آليًا يتم خفض جهد النصف الآخر للدائرة حتى يظل خرجى الدائرة متماثلين، وفى هذه الحالة يظل الجهد عند نقطة اتصال R_3 , R_2 دائمًا يساوى (0V) ويكون خرج مكبر العمليات IC_1 أيضًا (0V) .

أما إذا حدث انخفاض فى جهد أحد نصفى الدائرة، وليكن على سبيل المثال

جهد الخرج للمنظم السالب IC3 فإن هذا يعنى أن جهد نقطة اتصال R3 , R2 سيتحول إلى جهد موجب مما يؤدى إلى تحول خرج مكبر العمليات IC1 إلى خرج سالب ليعمل على ضبط خرجي المنظمين مرة أخرى ليظل خرجي الدائرة متماثلين.

والشكل رقم (٣ – ٢٥) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (٢٩) على لوحة توصيلات نحاسية. وجه واحد مقاس 12x9.5 cm .

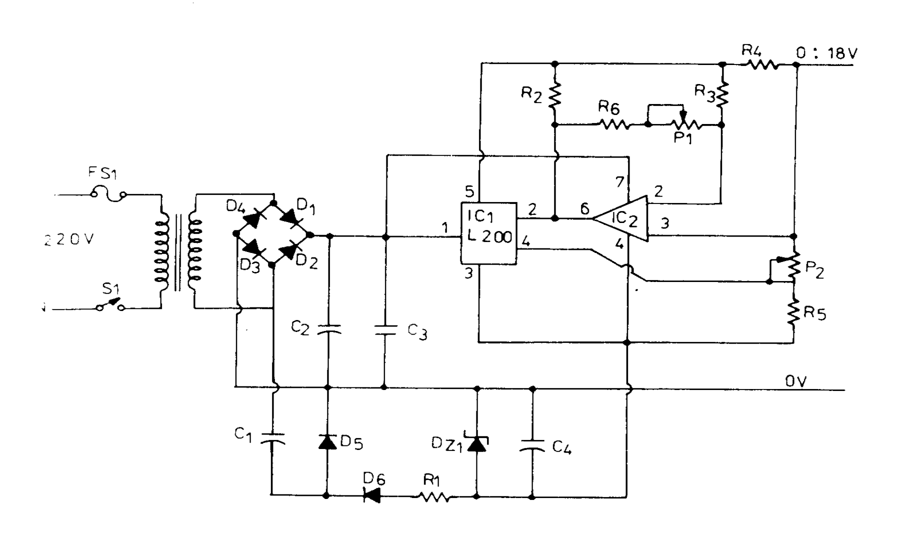


الشكل (٣-٢٥)

٣ / ٤ – مصادر القدرة ذات الجهد والتيار القابل للمعايرة.

الدائرة رقم (30)

الشكل (٣ – ٢٦) يعرض دائرة مصدر قدرة منظم يمكن الحصول منه على قيم مختلفة لجهد الخرج تتراوح ما بين (0:18V) وتيار خرج ما بين (0:1.8A) .



الشكل (٣–٢٦)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/680Ω	R_1 , R_2 , R_6
مقاومة كربونية 0.5W/470Ω	R_3
مقاومة كربونية 5W/0.1Ω	R_4
مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R_5
مقاومة متغيرة 1W/100KΩ	P_1

مقاومة متغيرة 1W/10KΩ	P_2
مكثف كيميائى سعته 40V/740µF	C_1
مكثف كيميائى سعته 40V/2200µF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 220nF	C_3
مكثف كيميائى سعته 40V/47µF	C_4
موحد سليكونى طراز 1N5406	$D_1 : D_4$
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_5, D_6
موحد زينر 400mw/5.6V	DZ_1
منظم جهد طراز L200	IC_1
مكبر عمليات طراز 741	IC_2
محول خافض 2.5A - 220/15V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر 300mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة التى نحن بصددها يمكن الحصول منها على خرج بقيم متغيرة يمكن ضبطه خلال نطاق يتراوح ما بين (0:18V) بينما يكون تيار الخرج الأقصى (1.8A) .

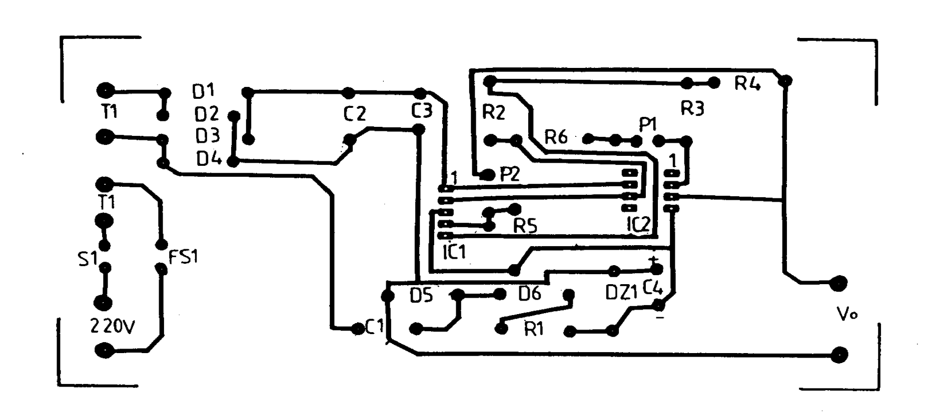
دخل الدائرة الأساسى يؤخذ عن طريق قنطرة التوحيد ومكثف الترشيح C_2 . بينما يقوم الموحد D_5 والمكثف C_1 بتوليد دخل إضافى سالب يتم تنظيمه عن طريق موحد الزينر C_4, DZ_1 ،حيث يغذى هذا الجهد إلى أطراف التغذية السالبة لكل من IC_1 , IC_2.

يتم تنظيم جهد الدخل بواسطة الدائرتين المتكاملتين IC_1 , IC_2 ، والمكثف C_3 يعمل على إخماد أى شوشرة عابرة فى دخل IC_1، ويجب أن يوصل بحيث يكون قريبًا جدًا من طرف IC_1 .

الجهد المرجعي الناتج على الطرف (4) للدائرة IC_1 يوصل إلى مجزئ الجهد المكون من P_2 , R_5 فى حين يوصل مكبر العمليات كمكبر تفاضلى ويقوم بمقارنة الجهود المطبقة على طرفى الدخل (2,3)، حيث يكون الفرق فى الجهد بين دخلى المكبر عبارة عن الجهد الواقع على المقاومة R_4 والتى تعمل كحساس للتيار، ومن ثم يغذى خرج IC_2 إلى الطرف رقم (2) (طرف الإحساس بالتيار Current Sensing) لمنظم الجهد IC_1 وذلك لإعادة ضبط الخرج مرة أخرى على أساس خرج IC_2

المقاومة المتغيرة P_1 تعمل كدائرة تغذية عكسية لمكبر العمليات IC_2 حيث يتم عن طريقها تغيير التيار الأقصى المسموح به .

والشكل (٣ – ٢٧) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (30) منفذاً على لوحة نحاسية وجه واحد مقاس 14.5x7.5 cm .



الشكل (٣–٢٧)

الباب الرابع

مثبتات الجهد المتردد

A.C Voltage Stablizers

مثبتات الجهد المتردد A.C Voltage Stablizers

٤ / ١ - مقدمة :

إن انخفاض الجهد المتردد أو زيادته له تأثير بالغ الخطورة على الأجهزة الكهربية والالكترونية . فعادة يكون الجهد المتردد فى المنازل المجاورة لمحولات التوزيع بالمناطق السكنية أكبر من المقنن، فى حين يكون الجهد فى المنازل البعيدة عن محولات التوزيع أقل من المقنن؛ علمًا بأن الجهد قد يتغير بين لحظة وأخرى تبعًا لأحمال الشبكة . وهذا يعنى أنه إذا كان الجهد المقنن 220V فإنه قد يحدث أحيانًا أن يرتفع الجهد فى بعض المناطق ليصل إلى 270V فى حين أنه قد ينخفض فى بعض المناطق ليصل إلى 160V . ولذلك ينصح باستخدام مثبتات جهد للأجهزة التى قد تتعرض لهذه الظروف .

ويوجد نوعان من مثبتات الجهد المتردد وهما :

١ - مثبتات الجهد اليدوية .

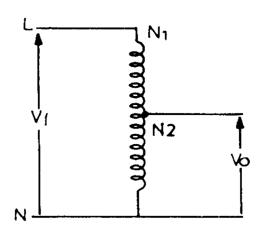
٢ - مثبتات الجهد الأتوماتيكية .

ويعتبر العنصر الأساسى فى مثبتات الجهد هى المحولات الذاتية .

والشكل (٤ - ١) يعرض محولاً ذاتياً ويلاحظ أن للمحول ملفاً واحداً .

وتكون النسبة بين جهد الدخل Vin لجهد الخرج Vout مساوية

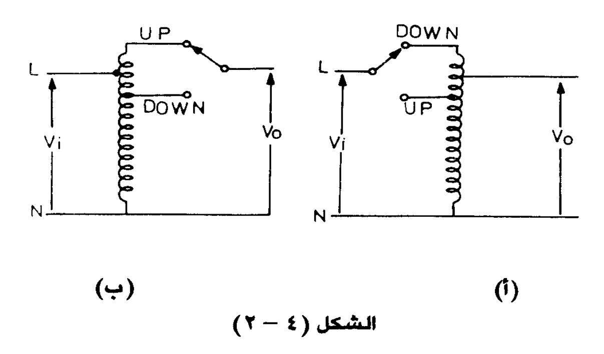
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{N_2}{N_1}$$



الشكل (٤ – ١)

٤ / ٢ – مثبتات الجهد اليدوية :

يتكون مثبت الجهد اليدوى من محول ذاتى له نقاط تفرع مختلفة، إما فى الجانب الابتدائى، أو فى الجانب الثانوى لتغيير نسبة التحويل للمحول. والشكل (٤–٢) يعرض مثبت جهد يدوى بنقطتى تفرع فى الجانب الابتدائى الشكل (أ)، ومثبت جهد يدوى بنقطتى تفرع فى الجانب الثانوى الشكل (ب).

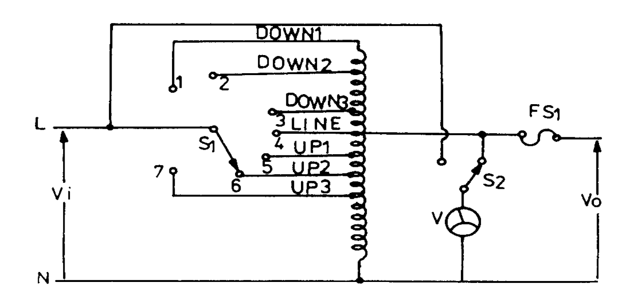


(ب) **(أ)**

الشكل (٤ – ٢)

فعند وضع المفتاح S_1 على وضع **up** يزداد جهد الدخل لقيمة تساوى **30V** فى العادة. وعند وضع المفتاح S_1 على وضع **down** يقل جهد الدخل بمقدار **30V** تقريبًا.

كما أنه يمكن استخدام محول ذاتى بنقاط تفرع متعددة كما بالشكل (٤ – ٣).



الشكل (٤ – ٣)

فعند وضع المفتاح S_1 على الوضع DOWN1 : DOWN 3 ينخفض جهد الخرج، وعند وضع المفتاح S_1 على الوضع LINE فإنه لا يتغير جهد الخرج، أما إذا وضع المفتاح S_1 على أحد الأوضاع up1 : up3 يزداد جهد الخرج ويمكن قياس جهد الدخل Vi أو جهد الخرج Vo بواسطة المفتاح S2 وجهاز الفولتميتر V .

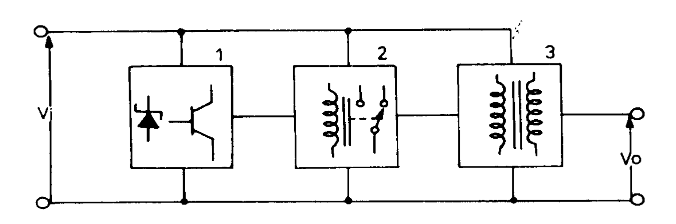
والجدير بالذكر أن استخدام مثبتات الجهد اليدوية تحتاج إلى انتباه كامل، حيث إن التغير المفاجئ فى الجهد قد يؤدى إلى تلف الأجهزة فمثلاً لنفرض أن جهد المصدر كان يساوى 180V وقمنا برفع الجهد وصولاً إلى 220V، وأنه فجأة عاد جهد المصدر للقيمة المقننة فى هذه الحالة يصبح جهد الخرج حوالى 268V، وهذه الحالة غاية فى الخطورة؛ ولذلك ينصح باستخدام مثبتات جهد مزودة بوحدات قطع الكترونية سوف نتناولها فيما بعد بالتفصيل.

٤ / ٣ – مثبتات الجهد الأتوماتيكية :

إن مثبتات الجهد اليدوية التى تناولناها فى الفقرة السابقة تعد رخيصة وبسيطة مقارنة بمثبتات الجهد الأتوماتيكية ولكنها تحتاج إلى انتباه خاص عند استخدامها وذلك بالنظر المستمر على جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) لمعرفة جهد الخرج، كما أنه فى حالة حدوث تغير مفاجئ فى الدخل فإن هذا سيؤدى إلى تلف الأحمال قبل أن نقوم بإعادة الضبط؛ ولذلك فإن مثبتات الجهد الأتوماتيكية تعد هى الأفضل.

وتعمل مثبتات الجهد الأتوماتيكية بنفس فكرة عمل مثبتات الجهد اليدوية ولكن باستخدام ريليهات كهرومغناطيسية.

والشكل (٤ – ٤) يعرض العناصر الأساسية فى مثبتات الجهد الأتوماتيكية.



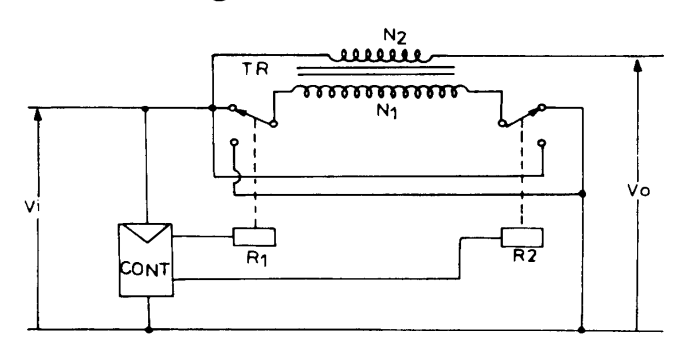
الشكل (٤ – ٤)

حيث إن :

دائرة إحساس لجهد الدخل	1
ريليهات الوصل والفصل	2
محول بنقاط تفرع	3

٤ / ٣ / ١ – مثبتات الجهد من نوع Buck - boost

والشكل (٤ – ٥) يعرض مثبت جهد بسيط من نوع Buck - boost



الشكل (٤ – ٥)

عناصر الدائرة :

وحدة تحكم	CONT
ريلاى يعمل على زيادة الجهد	R_1
ريلاى يعمل على انخفاض الجهد	R_2
محول له نسبة تحويل $\frac{6}{1} = \frac{N_1}{N_2}$	TR

فعندما يكون جهد الدخل 180V تقوم وحدة التحكم Cont بإرسال إشارة تشغيل للريلاى R_1 فيصبح جهد الخرج مساويًا

$$Vout = Vin + \frac{Vin}{6}$$
$$= 180 + 30 = 210 \text{ V}$$

وعندما يكون جهد الدخل 210V فإن وحدة التحكم تقوم بإرسال إشارة تشغيل للريلاى R_1 فيصبح جهد الخرج مساويا .

$$Vout = Vin + \frac{Vin}{6}$$
$$= 210 + 35 = 245 \text{ V}$$

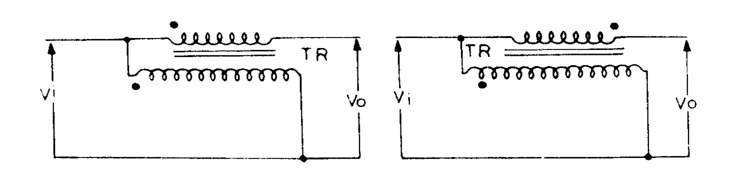
وعندما يصبح جهد الخرج مساويًا 246V فإن وحدة التحكم تقوم بإرسال إشارة تشغيل للريلاى R_2 ليصبح جهد الخرج مساويا :

$$Vout = Vin - \frac{Vin}{6}$$

$$= 246 - 41 = 206\ V$$

والجدير بالذكر أن الريلاى R_1 يعمل على توصيل الملف الثانوى N_2 بطريقة تزيد من جهد الدخل، فى حين أن R_2 يعمل على وصل الملف N_2 بطريقة تقلل من جهد الدخل.

والشكل (٤ – ٦) يوضح فكرة عمل الدائرة.



أ ب

الشكل (٤ – ٦)

ففى الشكل (أ) يكون $Vout = Vin + (Vin / 6)$

نتيجة لتماثل قطبية الملف الابتدائى P والثانوى S

وفى الشكل (ب) يكون $Vout = Vin - (Vin / 6)$

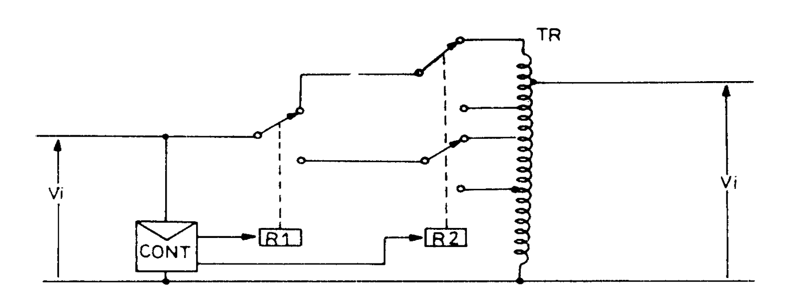
وذلك نتيجة لاختلاف قطبية الملف الابتدائى P والثانوى S

علمًا بأنه لا توجد علامات مميزة لملفات المحولات لمعرفة قطبية المحول.

ولكن يمكن معرفتها بالمحاولة.

٤ / ٣ / ٢ – مثبتات الجهد ذات المحولات الذاتية :

الشكل (٤–٧) يعرض المخطط الصندوقى لمثبت جهد بمحول ذاتى .



الشكل (٤ – ٧)

ويتكون من :

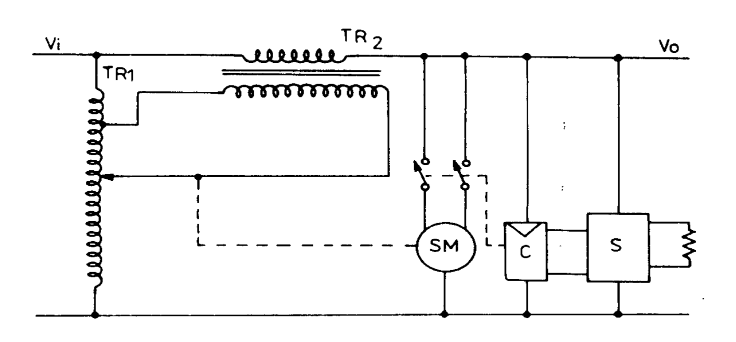
محول ذاتى بعدة نقاط تفرع	TR
وحــدة تحكـم الكتــرونيــة	CONT
ريليهات كهرومغناطيسية	R_1 , R_2

حيث تعمل دائرة التحكم الالكترونية على التحكم في وصل وفصل الريليهات الكهرومغناطيسية . R_1 , R_2 لثبات جهد أطراف الخرج للمحول وذلك بالتحكم في نسبة تحويل المحول الذاتى .

٤ / ٣ / ٣– مثبتات الجهد المزودة بمحرك مؤازر

بدلا من تغيير نقاط التفرع للمحولات باستخدام الريليهات الكهرومغناطيسية يمكن استخدام محرك مؤازر للتحكم بصفة مستديمة فى محول ذاتى متغير Variac ، بالإضافة إلى محول (buck- boost) بالطريقة المبينة بالشكل (٤ – ٨)، حيث يتم الإحساس بالجهد بواسطة دائرة إحساس (S) ويتم التحكم فى اتجاه دوران المحرك المؤازر (SM) بواسطة دائرة تحكم (C) حيث يدور المحرك المؤازر SM فى اتجاه زيادة عدد لفات خرج المحول الذاتى TR_1 أوانقاص عدد لفات المحول الذاتى للوصول بجهد

الخرج للقيمة المطلوبة. ويتم توصيل خرج المحول الذاتى المتغيرVariac إلى دخل محول الزيادة والنقص TR2، فإذا كانت الرجل المنزلقة للمحول الذاتى TR2 المتغير في أحد جانبى النقطة الثابتة يزداد جهد خرج محول الزيادة والنقص buck - boost وإذا كانت الرجل المنزلقة للمحول الذاتى المتغير في الجانب الآخر للنقطة الثابتة يقل جهد خرج محول الزيادة والنقصان buck - boost .



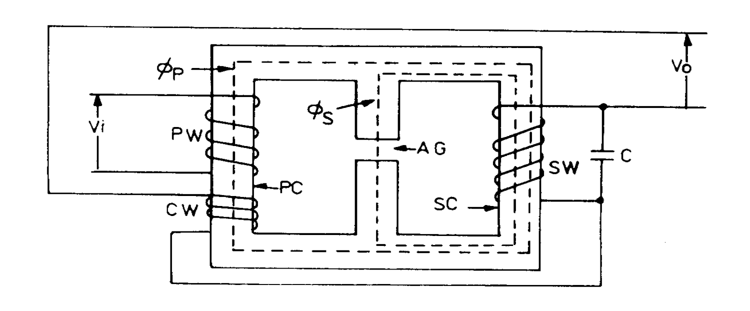
الشكل (٤ – ٨)

٤ / ٣ / ٤ – مثبتات الجهد المغناطيسية :

تعمل مثبتات الجهد المغناطيسية علي تردد واحد مثل: 50HZ أو 60HZ وتتميز مثبتات الجهد المغناطيسية بثبات جهد الخرج بتفاوت ±1% فقط كما أنها لا تحتوى على أى أجزاء متحركة مثل: الريليهات ولا المحركات المؤازرة. ويعاب عليها احتواء خرج هذه المثبتات على توافقيات متعددة الرتبة مثل: توافقيات الرتبة الثالثة، وهذه التوافقيات يكون لهاأحيانًا بعض الآثار الضارة على بعض الأجهزة الكهربية مثل المحركات الكهربية إذ أنه قد يرفع درجة حرارتها. وفيما يلى المواصفات الفنية لأحد مثبتات الجهد المغناطيسية:

جهد الدخل	180 : 250V A.C
تردد الدخل	50 HZ
جهد الخرج	220 V ± 1%

والشكل (٤ – ٩) يعرض الدائرة المغناطيسية ذات الرنين الحديدية (Ferroresonant Transformer) والتى تشكل العنصر الرئيسى في مثبتات الجهد المغناطيسية



الشكل (٤ – ٩)

الملف الابتدائى	PW
الملف الثانوى	SW
ملف التعويض	CW
القلب المغناطيسي للملف الابتدائى	PC
القلب المغناطيسى للملف الثانوى	SC
المجال المغناطيسى للملف الابتدائى	φP
المجال المغناطيسى للملف الثانوى	φS
ثغرة هوائية	AG
مكثف	C

ويلاحظ أن القلب المغناطيسى للملف الابتدائى PC يكون غير مشبع، أما

القلب المغناطيسى للملف الثانوى SC يكون مشبعاً وبالتالي فإن أى تغيير في جهد الدخل Vi لا يقابله تغير في جهد الخرج Vo . وبتوصيل ملف التعويض CW والمكثف C مع الملف الثانوى SW يؤدى ذلك إلى تشبع القلب المغناطيسى SC . فكلما ازداد المجال المغناطيسى الناتج من ملفات التعويض مثل المجال المغناطيسى المحصل للملف الابتدائى φP وتباعاً يقل المجال المغناطيسى المحصل للملف الثانوى φS فيقل الجهد الثانوى والعكس بالعكس .

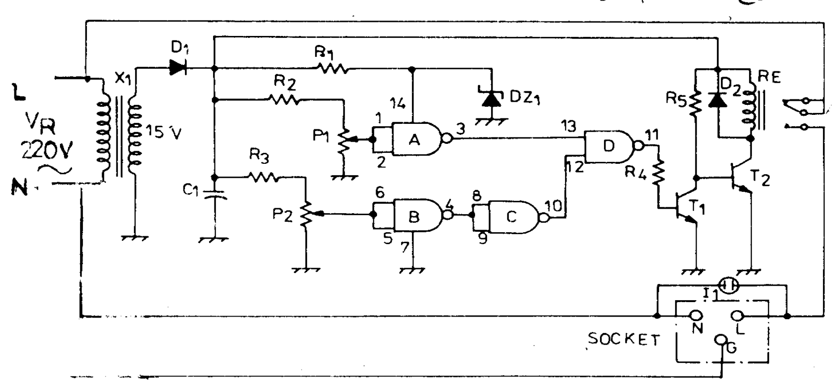
أما المكثف C فيعمل علي توصيل الملف الثانوى SW إلى ما يقرب إلى الرنين وبالتالى يزداد التيار غير الفعال المار في الملف الثانوى SW فتصبح النسبة بين عدد اللفات نتيجة لزيادة المجال المغناطيسى للملف الثانوى والناتج عن وجود المكثف .

وفي الحقيقة فإن خرج المحولات المغناطيسية تحتاج لترشيح حتى يتم تحويله من موجة مربعة إلى موجة جيبية .

٤ / ٤ – دوائر الفصل عند انخفاض أو زيادة الجهد عن المسموح

الدائرة رقم (31)

الشكل (٤ – ١٠) يعرض دائرة الفصل عند زيادة أو انخفاض جهد المصدر عن المسموح باستخدام البوابات المنطقية .



الشكل (٤–١٠)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 2.2 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 220 KΩ	R_2 , R_3
مقاومة كربونية 10 KΩ	R_4
مقاومة كربونية 4.7 KΩ	R_5
مقاومة متغيرة 100 KΩ	P_1 , P_2
مكثف كيميائى سعته 25 V / 200µF	C_1
موحد سليكون طراز DR25	D_1
موحد سليكون طراز 1N4002	D_2
موحد زينر 1W / 9V	DZ_1
ترانزستورNPN طراز BC 148	T_1 , T_2
دائرة متكاملة طراز CD 4011	IC_1
ريلاى يعمل عند جهد 15V ومقاومته أكبر من 240 Ω	RE_1
لمبة بيان نيون	I_1
بريزة	SOCKET
محول خافض 0.5A - 220 / 15 V	X_1

نظرية عمل الدائرة :

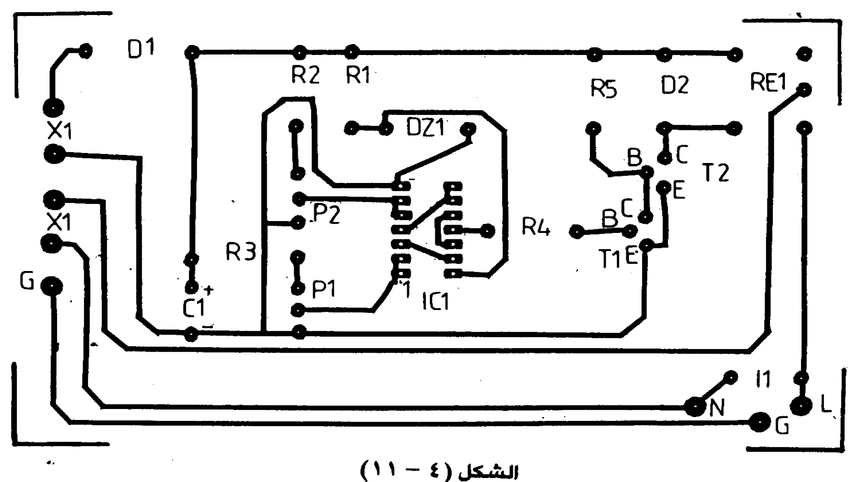
يوصل الملف الابتدائى للمحول X_1 علي طرفى مصدر الجهد المراد مراقبته VR والذي يساوى 220V (متردد) وعلى ذلك يكون جهد الملف الثانوى للمحول مساويًا 15V . ويتم ضبط P_1 ليكون الجهد عند الطرف المتحرك 4V كما يتم ضبط P_2 ليكون الجهد عند الطرف المتحرك 5.5V .

وحيث إن جهد التغذية للدائرة المتكاملة IC_1 يساوى 9V بواسطة DZ_1، وحيث إن دخل البوابة A يساوى 4V أى أقل من$VDD\ \frac{1}{2}$ والذى يساوى 4.5V وبالتالي فإن خرج البوابة A يصبح عاليًا (H)، فى حين يصبح خرج البوابة B منخفضًا (L)، وتباعًا يصبح خرج البوابة C عاليًا (H)، أما خرج البوابة D فيكون منخفضًا (L) وعلى ذلك يكون T_1 في حالة قطع، T_2 يصبح في حالة وصل ويصل التيار الكهربى للبريزة SOCKET .

أما إذا زاد جهد المصدر إلى 270V فإن دخل البوابة A يكون عاليًا وكذلك دخل البوابة B، حيث إن جهد دخلهما أصبح أكبر من $VDD\ \frac{1}{2}$ ومن ثم يصبح خرج البوابة D عاليًا (H)، فيعمل الترانزستور T_1 في حين يتحول الترانزستور T_2 إلى حالة القطع OFF وبالتالى يتم قطع التيار الكهربى عن البريزة SOCKET .

أما إذا انخفض جهد المصدر ليصبح 170V يؤدى إلى انخفاض دخل كل من البوابتين B , A ويتحول خرج البوابة D إلى المستوي العالى (H) فيعمل T_1، ويتحول T2 إلى حالة القطع OFF وينقطع وصول التيار الكهربى للبريزة SOCKET .

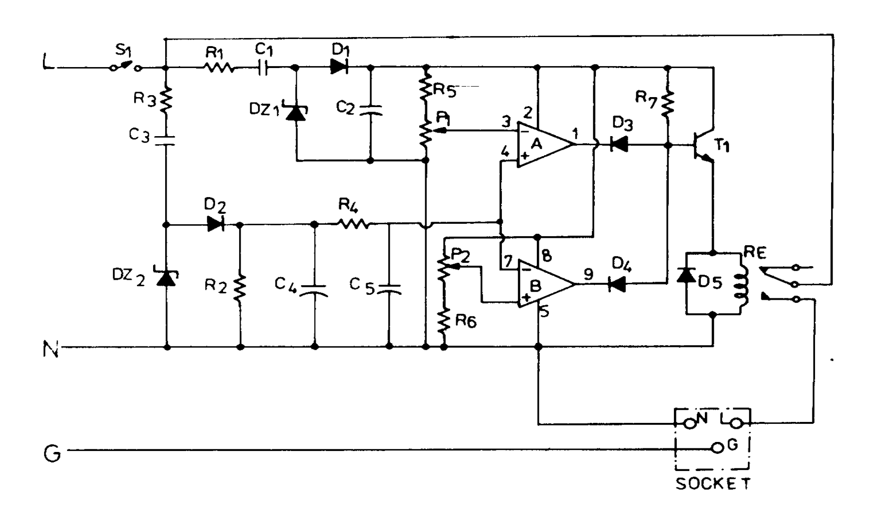
والشكل (٤ – ١١) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (31) منفذًا على لوحة توصيلات نحاسية وجه واحد مقاس 12.5x7cm .



الشكل (٤ – ١١)

الدائرة رقم (32)

الشكل (٤ – ١٢) يعرض دائرة الفصل عند زيادة أو انخفاض جهد المصدر عن الحدود المسموح بها باستخدام مكبرات العمليات .



الشكل (٤ – ١٢)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 2W / 100Ω	R_1 , R_3
مقاومة كربونية 1W / 680Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5W / 5.1KΩ	R_4
مقاومة كربونية 0.5W / 4.7KΩ	R_5 , R_6
مقاومة كربونية 0.5W / 10KΩ	R_7
مقاومة كربونية متغيرة 1W /4.7KΩ	P_1 , P_2
مكثف كيميائي سعته 400V / 1µF	C_1

مكثف كيميائى سعته 25V / 250µF	C_2 , C_4
مكثف كيميائى سعته 400V / 0.3µF	C_3
مكثف كيميائى سعته 25V / 2000µF	C_5
موحد سليكونى طراز DR50	D_1 , D_2
موحد سليكوني طراز 1N4001	D_3 , D_4
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_5
موحد زينر 3W / 12V	DZ_1
موحد زينر 1W / 11V	DZ_2
ترانزستور NPN طراز BC 148	T_1
مكبر عمليات طراز 747	IC_1
ريلاى 9V وتياره 20mA	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
بريزة 220V	SOCKET

نظرية عمل الدائرة :

تعمل العناصر C_2 , D_1 , DZ_1 , C_1 , R_1 على توليد جهد منظم 12V لتشغيل مكبر العمليات والريلاى ولإعطاء جهد مرجعى ثابت لأحد مداخل مكبر العمليات A , B ، حيث يتم الحصول على الجهد المرجعى بواسطة مجزئ الجهد المؤلف من R_3 , C_3 , R_2 .

ويعمل موحد الزينر DZ_2 على حماية الدائرة من جهد المصدر ويعمل الموحد D_2 علي توحيد جهد المصدر، وبالتالى يعبر الجهد المسلط على المقاومة R_2 على التغيير الحادث في جهد المصدر كما يقوم C_5 بتنعيم الجهد الخارج من الموحد D_2 كما أن

الموحدات D_3, D_4 تعمل كبوابة OR، أما الموحد D_5 فيعمل على حماية الترانزستور T_1 من ارتفاع الجهد عند انقطاع التيار الكهربى عن الريلاى RE .

فعندما يكون جهد المصدر في الحدود المسموح بها يكون خرج كل من المكبرين A , B في المستوى العالى (H)، وبالتالى يصبح الترانزستور T_1 في حالة توصيل ON ويصل التيار الكهربى إلى البريزة (SOCKET).

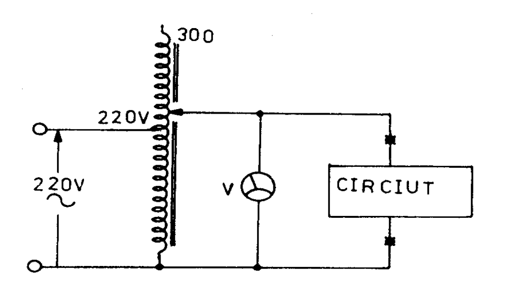
أما إذا كان جهد المصدر أعلى من الحدود المسموح بها (250V) يصبح جهد دخل المدخل العاكس للمكبر B أكبر من جهد المدخل غير العاكس لنفس المكبر فيصبح خرج المكبر B منخفضًا (L) وبالتالى فإن الترانزستور T_1 يتعرض لانحياز عكسى عبر D_4، فيتحول إلى حالة الفصل (OFF) وعليه يكون RE في حالة عدم تشغيل فلا يمر تيار المصدر إلى البريزة.

وعندما يكون جهد المصدر أقل من الحدود المسموح بها (180V) يصبح جهد المدخل العاكس للمكبر A أكبر من جهد المدخل غير العاكس ويكون خرج المكبر في المستوى المنخفض (L)، فيتعرض T_1 لانحياز عكسي عن طريق D_3 ولا يعمل RE وينقطع مرور التيار الكهربى إلى البريزة.

وعلى ذلك نلاحظ أن الريلاى RE يعمل فقط عندما يكون جهد المصدر في الحدود المسموح بها.

المقاومة R_4 والمكثف C_5 يكونان دائرة تأخير زمنى عند انقطاع المصدر الكهربى فإذا عاد المصدر الكهربى فجأة فإن هذه الدائرة لا تتحول لحالة الوصل إلا بعد حوالى نصف دقيقة وذلك للتأكد من أن جهد المصدر مستقر، وبهذه الطريقة يتم حماية الأحمال من التذبذبات الحادثة في المصدر المتردد بعد انقطاع التيار لمدة طويلة.

ولضبط الدائرة تستخدم الدائرة المبينة فى الشكل (٤ – ١٣) .



الشكل (٤ – ١٣)

حيث توصل الدائرة التى نحن بصددها (Circuit) مع محول ذاتى (x) وجهاز قياس الجهد الكهربى (V) كما بالشكل .

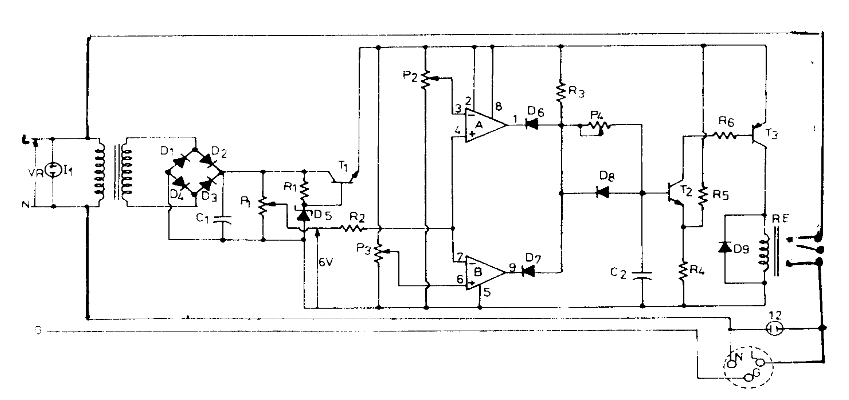
ثم يضبط جهد الملف الثانوى للمحول عند 180V وتضبط P_1 حتى يفصل الريلاى RE .

يضبط جهد الملف الثانوى للمحول الذاتى عند 250V وتضبط P_2 حتى يفصل الريلاى RE .

أما إذا لم يتوافر محول ذاتى فتضبط P_1 للوصول لجهد 5V وتضبط P_2 للوصول لجهد 8V .

الدائرة رقم (33)

الشكل (٤ – ١٤) يعرض دائرة الفصل عند انخفاض أو زيادة الجهد بتأخير زمني .



الشكل (٤ – ١٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1W / 500 Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W / 5.1 KΩ	R_2
مقاومة كربونية 0.5W / 10 KΩ	R_3 , R_6
مقاومة كربونية 0.5W / 1KΩ	R_4 , R_5
مقاومة متغيرة 1W / 5 KΩ	P_1 : P_3
مقاومة متغيرة 1W / 500 KΩ	P_4
مكثف كيميائى 25 V / 500µF	C_1 , C_2
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1 : D_4 و D_6 : D_8
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_9

موحد زينر 1W / 12V	D_5
ترانزستور NPN طراز SL100	T_1
ترانزستور NPN طراز BC148	T_2
ترانزستور PNP طراز BC178	T_3
دائرة متكاملة تحتوى على اثنين مكبر عمليات طراز 747	IC_1
ريلاي 12V ومقاومته أكبر من 120Ω	RE
بريزة 220V	SOCKET
لمبة بيان نيون 220V	I_1, I_2

نظرية عمل الدائرة :

تعمل العناصر P_4 , C_2 , T_2 علي توفير زمن التأخير اللازم والذى يتراوح ما بين عدة ثوانى إلى عدة دقائق. ولا يختلف عمل هذه الدائرة عن الدائرة السابقة, فعندما يكون الجهد المنظم VR الخارج من مثبت الجهد المراقب بهذه الدائرة في الحدود المسموح بها، فإن خرج كل من المكبرين A , B يكون عاليًا فيشحن C_2 ويتحول T_3 , T_2 لحالة الوصل ويصل التيار الكهربى للبريزة.

وعند انخفاض الجهد المنظم VR عن الحدود المسموح بها (180V) فإن الجهد الداخل من P_2 إلى المدخل العاكس للمكبر A يصبح أكبر من الجهد الداخل إلي المدخل غير العاكس لنفس المكبر فيكون خرج المكبر منخفضًا. وبالتالى يفرغ المكثف C_2 شحنته بسرعة خلال D_6 , D_8 والمكبر A ويتحول T_3 , T_2 إلى حالة القطع OFF فيعود الريلاى RE لحالته الطبيعية وينقطع التيار الكهربي عن البريزة SOCKET .

وفي حالة عودة جهد المصدر لقيمته المقننة يصبح خرج A عاليًا ولكن هذا لن يغير من حالة الريلاى RE؛ لأن C_2 مازال غير مشحون، حيث يبدأ C_2 فى الشحن ببطء ويعتمد زمن الشحن علي قيمة P_4، وعندما يصل الجهد على C_2 للحد اللازم

لتحويل T_4 , T_3 لحالة الوصل ON يتحول كذلك RE إلى حالة التوصيل ويصل التيار الكهربى للبريزة.

ويعمل مجزئ الجهد المكون من R_4 , R_5 علي جعل جهد الباعث للترانزستور T_2 عند جهد أعلى من جهد الأرضى، فيشحن C_2 إلى قيمة من الجهد تتعدى الفقد في الجهد على R_4 بحوالى 0.6V والذي يعادل فقد الجهد في وصلة الباعث والقاعدة للترانزستور السليكونى.

أما إذا تعدى الجهد المنظم VR الحدود المسموح بها (270V) فسيصبح خرج المكبر B منخفضًا، ويفرغ C_2 شحنته بسرعة عبر D_2 , D_8 والمكبر B ويتحول T_2 , T_3 لحالة القطع، ومن ثم يتحول REلحالة القطع فيتم بذلك قطع التيار عن البريزة SOCKET . وإذا عاد جهد المصدر الكهربي إلى الحدود المسموح بها يتكرر ما سبق.

وهذه الدائرة مناسبة جداً للأحمال التى يخشى عليها من قطع التيار الكهربي وتوصيله إليها بسرعة مثل الثلاجات.

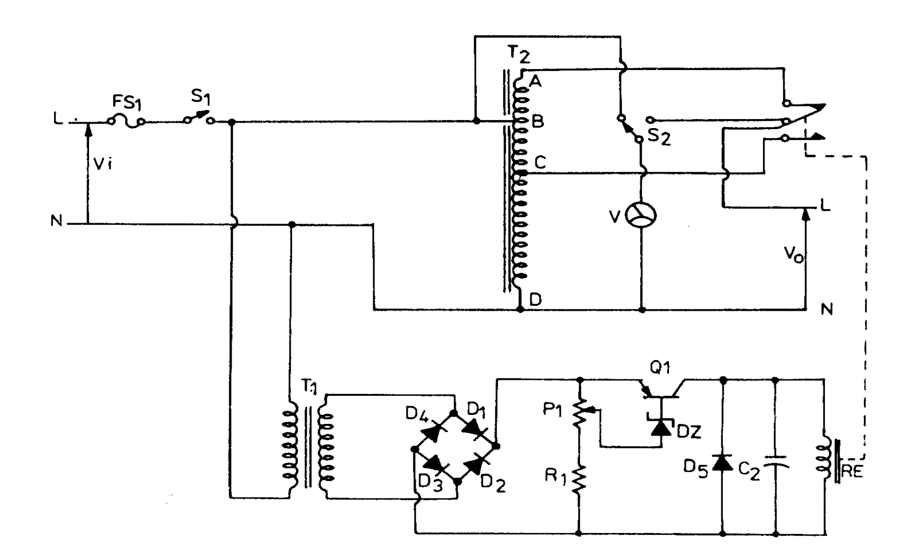
كما أنه يمكن معايرة زمن الفصل بواسطة P_4 . في حين أنه يمكن ضبط الحدود المسموح بها لجهد المصدر بواسطة P_2 , P_3 . فبواسطة P_2 يمكن ضبط أقل جهد مسموح به وعن طريق P_3 يمكن ضبط أعلى جهد مسموح به.

أما المقاومة P_1 فتعطى جهداً يعبر عن التغيرات التى تحدث في الجهد المنظم VR، ويتم ضبطها بحيث يكون جهد الخرج على الرجل المنزلقة يساوي 6V بالنسبة لسالب قنطرة التوحيد (D_1 : D_4) .

٤ / ٥ - دوائر مثبتات الجهد المتردد

الدائرة رقم (34)

الشكل (٤ - ١٥) يعرض دائرة مثبت جهد متردد باستخدام ريلاى واحد .



الشكل (٤ - ١٥)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W / 2.2 KΩ	R_1
مقاومة متغيرة خطيًا 1W / 5 KΩ	P_1
مكثف كيميائى 25 V / 1000μF	C_1
مكثف كيميائى 15 V / 100μF	C_2
موحد سليكونى طراز 1N4001	$D_1 : D_4$

موحد سليكونى طراز 1N4148	D_5
موحد زينر 400mw / 7.5V	DZ_1
ترانزستور PNP طراز BC177	Q_1
محول خافض 250mA - 220 / 15 V	T_1
محول ذاتى نسبة تحويل الرفع 8 : 7 ونسبة تحويل الخفض 20 :21	T_2
ريلاى 12V وتياره 200mA	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
مفتاح قطبين سكة واحدة	S_2
منصهر 400mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة

الدائرة المبينة عبارة عن دائرة مثبت جهد متردد Va.c يستخدم فيها ريلاى واحد . فعند وضع المفتاح S_1 في وضع توصيل ON يتم خفض جهد المنبع ~220V بواسطة المحول T_1 إلى ~15V ثم يوحد هذا الجهد باستخدام قنطرة توحيد الموجة الكاملة D_1 : D_4 ثم يرشح بواسطة المكثف C_1 .

وبذلك نحصل على جهد مستمر Vd.c يتغير بتغير جهد المصدر المتردد ~220V وهذا الجهد يستخدم فى تشغيل الريلاى RE. وجزء من هذا الجهد المستمر والذى يضبط بواسطة P_1 يطبق على قاعدة الترانزستور Q_1 عن طريق موحد الزينر DZ_1 . فعندما يكون الجهد الواقع على P_1 عند نقطة اتصالها مع DZ_1 يزيد عن جهد ثنائى الزينر بحوالى 0.6V، فإن ذلك الجهد يؤدى إلى تحويل الترانزستور Q_1 إلى وضع التوصيل ON فتنخفض المقاومة الداخلية لوصلة الباعث والمجمع للترانزستور، حيث تقترب من (0Ω) فيمر تيار من خلاله إلى ملف الريلاى مما يؤدى إلى أن يغير الريلاى من حالته التى كان عليها أى يغلق مسار التيار فى وضع (N.O) .

* المحول T2 محول ذاتي له أربع نقاط تفرع وهى A,B, C, D حيث يوصل منبع الجهد الرئيسى (220V a.c) بين النقطتين BD أما جهد الخرج فيؤخذ بين النقطتين A,D أو بين النقطتين C,D . ويلاحظ هنا أن عدد لفات ملف الدخل (B,D) أقل من عدد لفات ملف الخرج الواصل ما بين (A,D) وأكثر من عدد لفات ملف الخرج الواصل ما بين (C,D)، ومن هنا نلاحظ أن الملف AD يعتبر ملف رفع جهد الخرج بالنسبة للدخل بنسبة 7:8، بينما يكون الملف CD فهو ملف خفض جهد الخرج بالنسبة للدخل بنسبة 21:20 .

ففى الوضع العادى يكون الجهد الواقع على P1 عند نقطة اتصالها بموحد الزينر غير كافٍ لتشغيل الريلاى وبالتالى يظل الريلاى فى الوضع (N.C)، ويكون جهد الخرج عبارة عن الجهد الواقع على طرفى ملف الرفع AD .

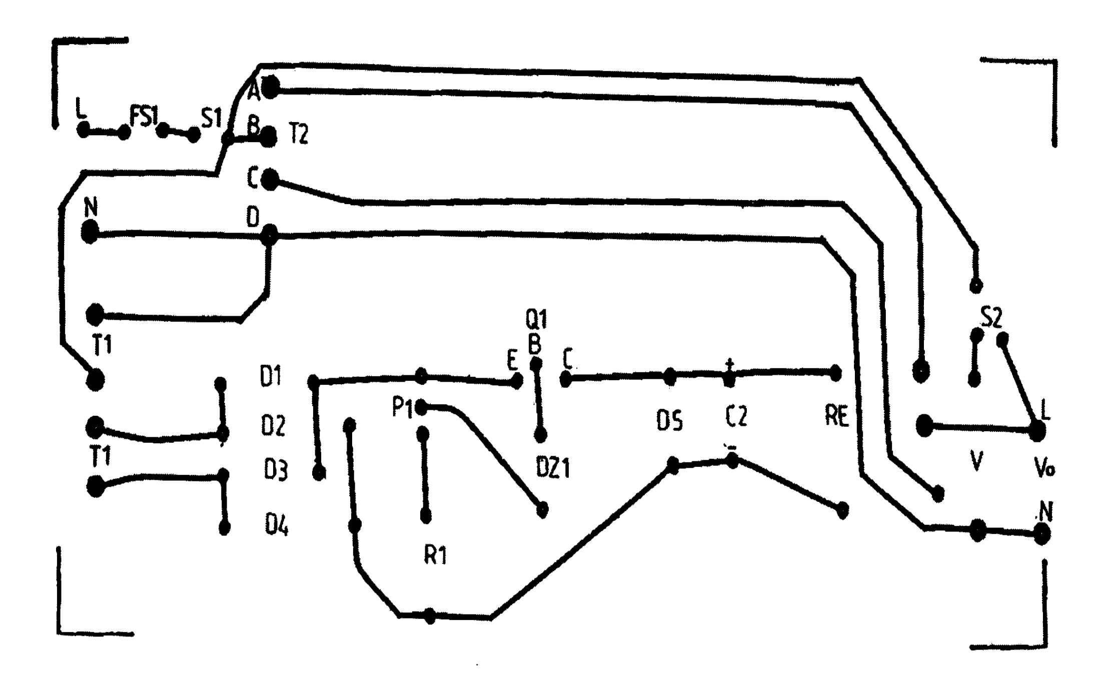
أما إذا زاد جهد المنبع عن الجهد المقنن فإنه يزداد بالتبعية الجهد المستمر المار فى دائرة التوحيد فيرتفع جهد المقاومة P1 عند اتصالها بموحد الزينر بما يزيد عن جهد الزينر بحوالى 0.6V، مما يؤدى إلى توصيل الترانزستور Q1 ومرور تيار في ملف الريلاى RE الذى يجذب حافظته إلى الوضع (N.O)، مما يؤدى إلى تحول الخرج إلى وضع الملف الخافض CD .

ويلاحظ أن دائرة مثبت الجهد لها حدود معينة يعمل خلالها، حيث إن نسبة خفض المحول الذاتى ونسبة الرفع محددة كما أسلفنا، وعلى ذلك نجد أنه إذا كان جهد الدخل للدائرة حوالي 175V يكون جهد الخرج ما بين A,D ما يقرب من 200V أما إذا زاد جهد الدخل إلى 250V فإن جهد الخرج يكون ما بين النقطتين C, D ما يقرب من 240V .

وعلى ذلك نجد أن جهد الخرج محصور ما بين 200V إلى 240V عندما يتغير جهد المنبع ما بين 175V إلى 250V .

وبذلك نلاحظ أن نسبة التغير فى جهد الخرج للدائرة أقل بكثير من التغير فى جهد الدخل، كما أن مدى التغير هذا فى جهد خرج الدائرة مناسب جداً لكثير من الدوائر والأجهزة الالكترونية والكهربية والتى تحتاج فى عملها إلى جهد ثابت أثناء التشغيل .

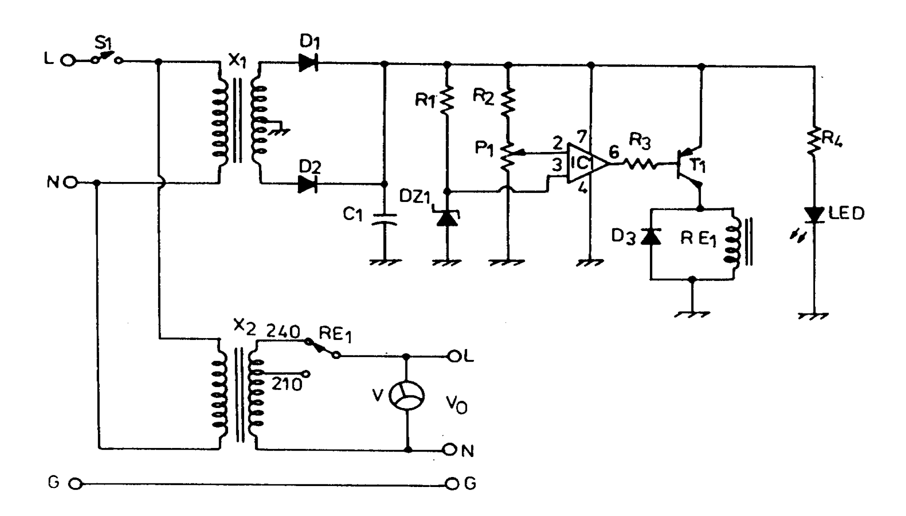
والشكل (٤-١٦) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (34) منفذاً على لوحة توصيلات نحاسية وجه واحد مقاس 18x10cm .


L
FS1
S1
A
B
T2
C
N
D
T1
T1
D1
D2
D3
D4
Q1
E
B
C
P1
R1
DZ1
D5
C2
RE
S2
L
V
Vo
N

الشكل (٤-١٦)

الدائرة رقم (35)

الشكل (٤–١٧) يعرض دائرة مثبت جهد بريلاى واحد يسمح بتثبيت جهد المصدر بتفاوت لايتعدى ±10%.



(الشكل ٤–١٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/680 Ω	R1
مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R2:R4
مقاومة متغيرة 1W/10KΩ	P1
مكثف كيميائى سعته 16V/470μF	C1
موحد سليكونى طراز 1N4001	D1:D3
موحد زينر 250 mW - 6.2V	DZ1

ترانزستور NPN طراز SK 100 B	T_1
دائرة متكاملة طراز LM709	IC_1
موحد باعث للضوء 10 mA	LED
ريلاى 6V مقاومته لاتقل عن 300Ω	RE_1
محول 1A-220/(9-0-9)V -C.T	X_1
محول 210 - 5A-220/230	X_2
ڤولتميتر 300V	V
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

يعمل موحد الزينر على تثبيت جهد المدخل غير العاكس للمكبر IC_1 عند 6.2V . أما جهد المدخل العاكس للمكبر فيمثل الجهد المقابل لجهد المصدر فعندما يصبح جهد المصدر 225V يصبح جهد المدخل العاكس أكبر من 6.2V وعليه يكون خرج المكبر منخفضاً (L) ويكون تقريباً (0V) فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE_1 فتتغير حالة ريشه فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والعكس بالعكس. وبالتالى يصبح جهد الخرج Vo مساوياً.

$$Vo = 225 \times \frac{210}{220} = 214\ V$$

أما إذا انخفض جهد المصدر إلى 190V مثلاً فسيصبح جهد خرج المكبر عالياً (H) ويتحول الترانزستور T_1 لحالة القطع ومن ثم يتحول الريلاى RE_1 لحالة القطع فتعود ريشه إلى حالتها الطبيعية ويصبح جهد الخرج Vo مساوياً.

$$Vo = 190 \times \frac{240}{220} = 207\ V$$

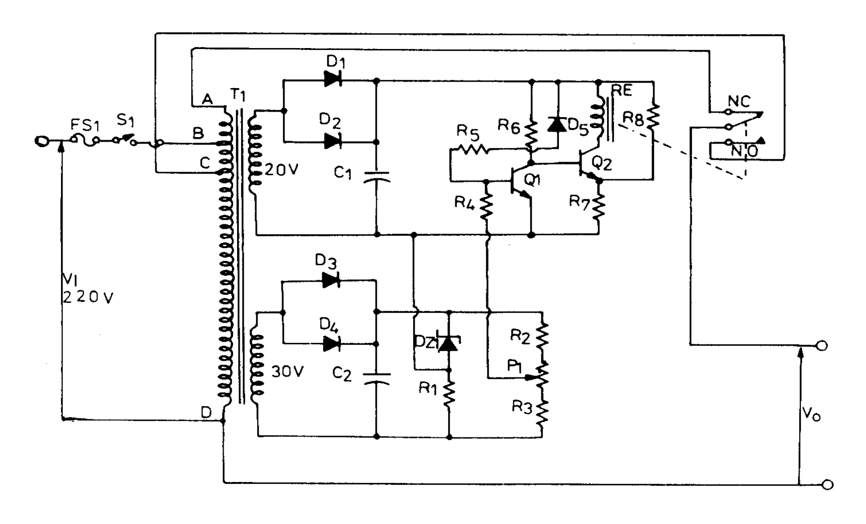
علماً بأن حدود دخل المثبت التى يعمل عندها (190V:250V) كما يتراوح جهد الخرج ما بين (207V:244V) .

ويمكن ضبط هذه الدائرة باستخدام محول ذاتى متغير Variac حيث يوصل

دخل هذه الدائرة بخرج المحول ويتم تغيير جهد دخل الدائرة وصولاً إلى 225V حيث يتم ضبط المقاومة المتغيرة P1 حتى يعمل الريلاى RE1 .

الدائرة رقم (36)

الشكل (٤–١٨) يعرض دائرة مثبت جهد متردد ~220V باستخدام ريلاى واحد مع حساس لجهد الخرج .



الشكل (٤–١٨)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/6.8 KΩ	R1, R8
مقاومة كربونية 0.5W/3.3 KΩ	R2, R3
مقاومة كربونية 0.5W/1.8KΩ	R4
مقاومة كربونية 0.5W/390 KΩ	R5
مقاومة كربونية 0.5W/4.7 KΩ	R6
مقاومة كربونية 0.5W/47KΩ	R7

مقاومة كربونية متغيرة 1W/2.2KΩ	P_1
مكثف كيميائى سعته 35V/100μF	C_1,C_2
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1:D_4$
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_5
موحد زينر 400mw/20V	DZ_1
ترانزستور NPN طراز BC 147A	Q_1,Q_2
ريلاى 18V	RE
محول ملفه الابتدائى له أربع نقاط تفرع (A,B,C,D) نسبة تحويل الرفع BD:AD = 21:20 نسبة تحويل الخفض CD:BD = 7:8 كما أن له ملفين ثانويين منفصلين لهما نسبتى تحويل (220/30V),(220/20V)	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر حماية 500 mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة عبارة عن دائرة مثبت جهد متردد V a.c باستخدام ريلاى واحد مع محول له ملفان ثانويان منفصلان لتشغيل كل من الريلاى وكذلك لإنتاج حساس للخرج يستشعر انخفاض أو ارتفاع الخرج عن جهد مرجعى محدد.

الملف الثانوى الذى يعطى جهداً قيمته 20V يتم توحيد هذا الجهد بواسطة D_1,D_2 ويرشح بواسطة C_1 حيث يستخدم هذا الجهد لتشغيل الريلاى RE.

أما الملف الثانوى الذى يعطى جهداً 30V فيوحد أيضاً هذا الجهد بواسطة

الموحدين D3,D4، ويرشح بواسطة C2، ومن ثم يطبق هذا الجهد على قنطرة المقارنة والمكونة من R1,DZ1,R3,R2,P1 حيث تمثل المقاومات R2,R3,P1 الفرع الأول للقنطرة وتعمل كمقسم لجهد دائرة التوحيد بعد ترشيحه وكذلك وبنفس الكيفية يمثل ثنائى الزينر R1,DZ1 الفرع الثانى للقنطرة ويمثل الجهد (VDZ1) الجهد المرجعى لقنطرة المقارنة. أما الجهد الذى سيتم مقارنته مع جهد موحد الزينر (الجهد المرجعى) فهو الجهد الواقع على المقاومة المتغيرة P1.

وعلى ذلك يكون خرج قنطرة المقارنة يساوى (0V) إذا تساوى الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1 مع الجهد المرجعى (VDZ1)، أما إذا لم يتساويا فإن قطبية خرج القنطرة يتوقف على قيمة الجهد الواقع على الطرف المتحرك للمقاومة P1 من حيث أقل أو أزيد من الجهد المرجعى.

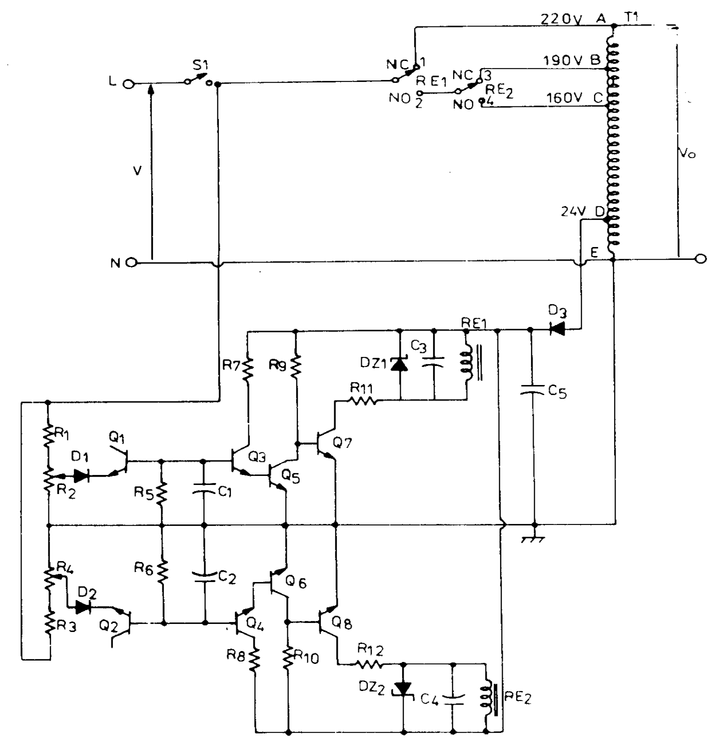
فى بداية تشغيل الدائرة يتم ضبط P1 بحيث يكون الريلاى RE فى وضع N.C وذلك عندما يكون جهد المنبع يساوى 200V.

إذا زاد جهد المنبع فسيزيد بالتبعية الجهد المستمر المتولد فى قنطرة المقارنة ومن ثم يزيد الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1 ويحول هذا الجهد الترانزستور Q1 لحالة القطع، فيرتفع جهد مجمعه الذى يؤدى إلى زيادة الانحياز الأمامى لقاعدة الترانزستور Q2، فيتحول إلى حالة التوصيل ON فيمر التيار الكهربى بملف الريلاى الذى يحول بدوره وضع الخرج إلى الطرفين C,D للملف الابتدائى فينخفض الخرج.

أما إذا انخفض جهد المنبع فإن ذلك يؤدى إلى انخفاض الجهد المستمر لقنطرة المقارنة. وعليه يقل الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1. ويؤدى خرج القنطرة إلى تحويل الترانزستور Q1 إلى وضع التوصيل ON، ومن ثم ينخفض الجهد الواقع على مجمعه فيحول بالتبعية الترانزستور Q2 إلى حالة القطع OFF فيتوقف مرور التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE، مما يؤدى إلى تحول خرج الدائرة إلى وضع N.C للريلاى ويصل جهد الخرج على طرف الملف الرافع (A.D).

الدائرة رقم (37)

الشكل (٤-١٩) يعرض دائرة مثبت جهد باستخدام عدد اثنين ريلاى، ويمكن الحصول منه على جهد ثابت قيمته (~220V).



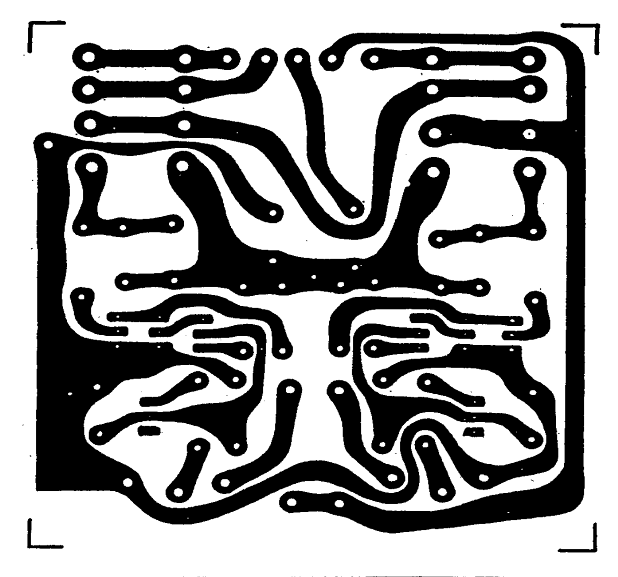
الشكل (٤-١٩)

عناصر الدائرة:

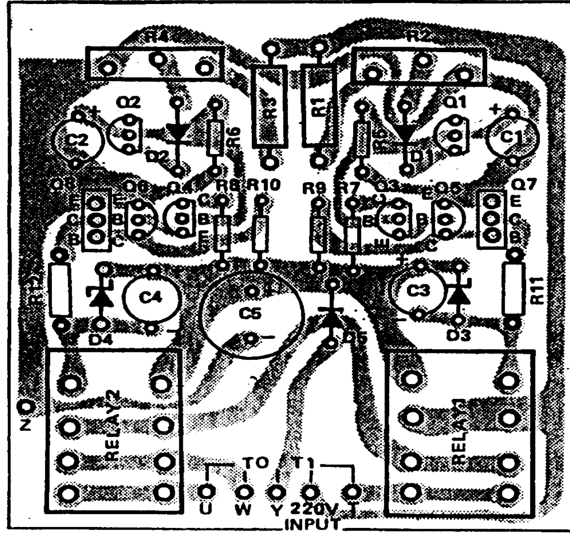
مقاومة كربونية 1w/120KΩ	R1,R3
مقاومة كربونية متغيرة 1w/25KΩ	R2,R4
مقاومة كربونية 0.5w/22KΩ	R5,R6
مقاومة كربونية 0.5w/10KΩ	R7:R10

مقاومة كربونية 2w/150Ω	R_{11},R_{12}
مكثف كيميائى سعته 50V/22µF	C_1,C_2
مكثف كيميائى سعته 16V/100µF	C_3,C_4
مكثف كيميائى سعته 50V/470µF	C_5
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1:D_3
موحد زينر طراز 1N4743 أو 1N4742(12V)	DZ_1,DZ_2
ترانزستور NPN طراز 9013	Q_1, Q_2
ترانزستور NPN طراز 2N3904	Q_3: Q_6
ترانزستور قدرة NPN طراز NA51w	Q_7,Q_8
ريلاى 12V وتياره 3A	RE_1,RE_2
محول ذاتى 220V له نقاط تفرع عند 500mA-190,160,24V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

الشكل (٤ – ٢٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة فى الشكل (أ)، وكذلك توزيع عناصر الدائرة على الوجه الأمامى للوحة التوصيل فى الشكل (ب) مقاس لوحة التوصيل 9x8cm.



(أ)


R4
R2
R3
R1
Q1
Q2
C1
C2
D1
D2
R5
R6
R7
R8
R9
R10
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
C3
C4
C5
D3
D4
D5
R11
R12
RELAY1
RELAY2
TO T1
U
W
Y
220V
INPUT

(ب)

الشكل (٤-٢٠)

نظرية عمل الدائرة :

يمكن تقسيم الدائرة إلى قسمين متماثلين يحتوى كل منهما على :

١ – دائرة التوحيد

٢ – دائرة تشغيل الريلاى

٣ – دائرة المفتاح والريلاى

٤ – المحول الذاتى .

١ – دائرة التوحيد

وتتكون من D_1 , Q_1 , C_1 للقسم الأول من الدائرة ومن D_2,Q_2,C_2 للقسم الثانى من الدائرة، وتقوم دائرة التوحيد بتوحيد الجهد المتردد المطبق على المقاومة R_3,R_4- R_1,R_2 إلى جهد مستمر، وهو الذى نحن بحاجة إليه لتغذية دائرة تشغيل الريلاى، كما أن الترانزستورين Q_1,Q_2 يتم توصيلهما على شكل موحد، حيث يساعدان على ضبط جهد الإعتاق (Tripping voltage) لدائرة تشغيل الريلاى بدقة عالية وذلك بواسطة المقاومتين R_2,R_4 . وعادة يتم ضبط المقاومتين R_2,R_4 . بحيث يكون كل من RE_1,RE_2 لايعملان عند الجهد المقنن ويكونان فى الوضع N.O، بينما يغير الريلاى RE_1 حالته إلى وضع N.C عند انخفاض جهد المنبع إلى 190V، والريلاى RE_2 تتغير حالته عندما ينخفض جهد المنبع إلى 160V إلى N.C . أى أن RE_1 تتغير حالته قبل RE_2 ولتحقيق ذلك تضبط R_2 عند 6.2KΩ بينما تضبط R_4 عند 7.5KΩ .

٢ – دائرة تشغيل الريلاى

وتتكون الأولى من R_5,R_7,R_9,Q_3,Q_5 أما الثانية فتتكون من R_6,R_8,Q_4,Q_6,R_{10} حيث نرى أن كلاً من (Q_3,Q_5)، (Q_4,Q_6) موصل كل منهما على شكل دائرة دارلنجتون وذلك لإمكان الحصول على تيار عالٍ مؤثر لتشغيل دائرة المفتاح والريلاى التاليتين .

٣ – دائرة المفتاح والريلاى .

وتتركب الأولى من Q_7 , R_{11} , D_3 , C_3 والريلاى RE_1، والثانية تتركب من Q_8 , R_{12} , D_4 , C_4 والريلاى RE_2 .

ثنائى الزينر DZ_1(12V) والمكثف C_3 موصلان معاً على التوازى وعلى ملف الريلاى RE_1؛ وذلك لتحديد الجهد المطبق على ملف الريلاى عند 12V . أما المكثف C_3 فيعمل على إخماد الارتداد الحثى Inductive Cick الناشئ بواسطة الريلاى عند عمل الترانزستور Q_1 . كما أن C_4, DZ_2 يعملان نفس العمل مع الريلاى RE_2 والترانزستور Q_8 .

عندما يتحول الترانزستور Q_7 إلى حالة التوصيل ON بواسطة خرج دائرة التشغيل فإنه يعمل كدائرة قصر بين وصلتى المجمع والمشع وبالتالى يساعد على مرور التيار خلال ملف الريلاى RE_1 والذى يحول وضع ريشته إلى وضع (N.C) وكذلك وبنفس الطريقة تأثير Q_8 بالنسبة للريلاى RE_2 كما يتم تغذية مرحلتى تشغيل الريلاى، مرحلة الريلاى بجهد قيمته ~24V من النقطة E من المحول T_1 حيث يوحد هذا الجهد ويرشح عن طريق الموحد D_5 والمكثف C_5 .

٤ – مرحلة المحول الذاتى :

المحول الذاتى المستخدم ~220V وله نقاط تفرع أخرى ينقسم على أساسها ملفه إلى ثلاثة ملفات ثانوية الملف الأول (DE)~24V ويستخدم هذا الجهد بعد توحيده وترشيحه بواسطة C_5,D_3 لتغذية دائرة الريلاى بالجهد المستمر اللازم لتشغيله .

الملف الثانى (CE)~160V ويتم توصيله إلى نقطة N.O للريلاى RE_2، أما الملف الثالث (BE)~190V ويتم توصيله إلى نقطة N.C للريلاى RE_2 كما يؤخذ الخرج على طرفى المحول كاملاً (AE)~220V .

ولضبط الدائرة قبل التشغيل يتم إدخال جهد قيمته ~190V على الدائرة وتضبط R_2 حتى يصبح RE_1 فى وضع N.O، ثم يقلل جهد المنبع إلى ~160V وتضبط R_4 حتى يصبح RE_2 فى وضع N.O، ومن ثم توصل الدائرة على منبع الجهد المستخدم المراد مراقبته .

فعندما يكون جهد المنبع ~220V تماماً فإن RE_1,RE_2 يكونان فى وضع (N.C) ويكون الدخل عن طريق النقاط (1) للريلاى RE_1 وأرضى الدائرة . ويكون هو نفسه الخرج .

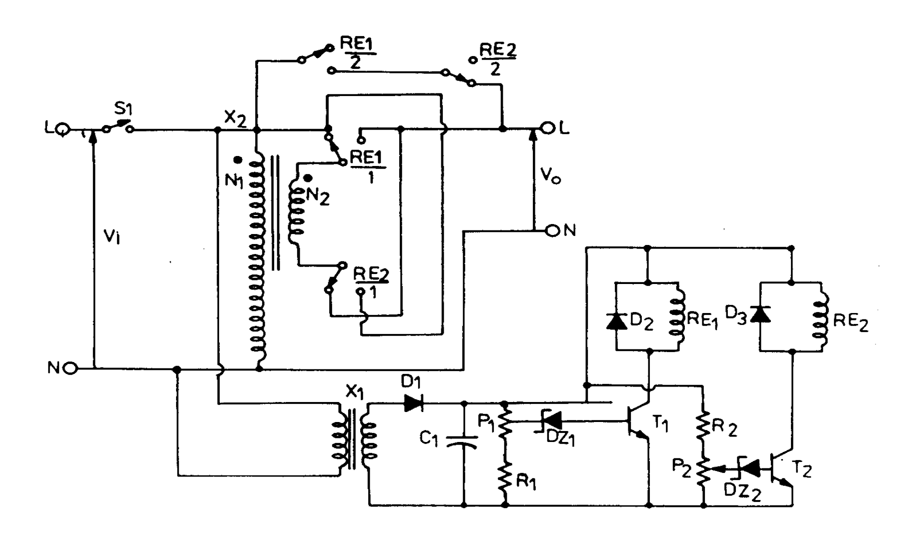
أما إذا انخفض جهد المنبع إلى ~190V فإن RE1 يتحول إلى وضع (N.O) ويرحل الدخل عن طريق النقاط 2 للريلاى RE1، (3) للريلاى RE2 إلى النقطة B حيث يتم رفعه بواسطة المحول T1 إلى ~220V .

إذا انخفض جهد المنبع إلى ~160V فإن الريلاى RE2 يتحول إلى وضع N.O ويتم ترحيل الدخل عن طريق النقاط (2) للريلاى RE1، (4) للريلاى RE2 إلى النقطة (C) على المحول حيث يتم رفع جهد المنبع عن طريق T1 إلى ~220V .

وبهذا نحصل على جهد خرج ثابت القيمة يساوى ~220V عند أى انخفاض لجهد المنبع ما بين 160V:190V .

الدائرة رقم (38)

الشكل (٤-٢١) يعرض دائرة مثبت جهد باستخدام عدد اثنين ريلاى تتحكم فى محول Buck-Boost .



الشكل (٤-٢١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5w/4.7KΩ	R_1,R_2
مقاومة متغيرة 1w/10KΩ	P_1,P_2
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1:D_3$
موحد زينر جهده 1w/15V	DZ_1,DZ_2
ترانزستور NPN طراز SL 100	T_1,T_2
ريلاى 24V	RE_1, RE_2
محول خافض 1A-220/18V	X_1
محول 220/70V Buck-Boost	X_2
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

يعمل المحول X_1 والموحد D_1 والمرشح C_1 كمصدر جهد تيار مستمر يتناسب طردياً مع جهد المصدر (الدخل) .

فعندما يكون جهد الدخل أقل من 210V يكون كل من الريلاى RE_1 و RE_2 فى حالة OFF، وذلك لأن الجهد الخارج من D_1 لن يكون قادراً على تحويل DZ_1, DZ_2 لحالة الانهيار، وبالتالى يصبح كل من T_1,T_2 فى حالة قطع، ومن ثم يقوم المحول X_2 بزيادة جهد الخرج ليصبح :

$$Vout = Vin + \frac{Vin}{6}$$

وذلك لأن الملف الابتدائى والثانوى للمحول X_2 فى هذه الحالة يكونان موصلين لاتفاق قطبيتهما .

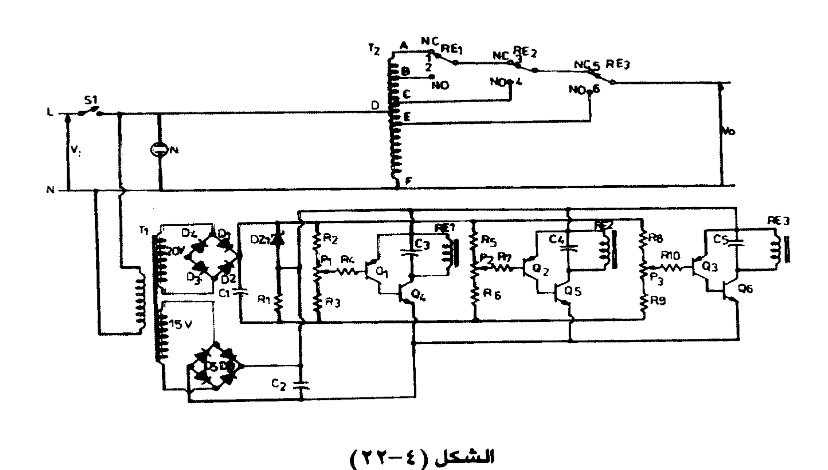
أما عندما يصبح جهد الدخل فى الحدود (210:245V) يتحول T_1 لحالة الوصل ON فيعمل الريلاى RE_1 فينقطع مرور التيار الكهربى عبر الملف الثانوى للمحول X_2 ومن ثم ينتقل جهد المصدر مباشرة للحمل عبر المسار البديل المؤلف من ريشة من $\frac{RE_1}{1}$ وريشة من $\frac{RE_2}{2}$ ولكن إذا زاد جهد الدخل وليكن 246V، يتحول كل من T_1,T_2 لحالة الوصل ON، فيعمل كل من RE_2,RE_1 وينعكس اتجاه مرور التيار الكهربى فى الملف الثانوى للمحول X_2 ويصبح جهد الخرج مساوياً.

$$V_{out} = 246 - \frac{246}{6} = 205V$$

والجدير بالذكر أنه يمكن ضبط هذه الدائرة بواسطة محول ذاتى متغير، وضبط P_1 ليعمل الريلاى RE_1 عند جهد يبدأ من 210V، وكذلك ضبط المقاومة P_2 ليعمل الريلاى RE_2 عند جهد يبدأ من 246V.

الدائرة رقم (39)

الشكل (٤-٢٢) يعرض دائرة جهاز مثبت جهد متردد ~220V باستخدام عدد ثلاثة ريليهات.



الشكل (٤-٢٢)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/4KΩ	R_1 , R_4 , R_7 , R_{10}
مقاومة كربونية 0.5W/1kΩ	R_2 , R_3 , R_5 , R_6 , R_8 , R_9
مقاومة متغيرة 1W/10KΩ	P_1: P_3
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_1: D_8
مكثف كيميائى سعته 64V/100µF	C_1, C_2
مكثف كيميائى سعته 40V/100µF	C_3: C_5
ترانزستور PNP طراز SK100	Q_1: Q_3
ترانزستور NPN طراز SL100	Q_4: Q_6
محول خافض ذو ملفين ثانويين منفصلين (220/20V)(220/15V) - 500mA	T_1
محول ذاتى له خمس نقاط تفرع (A,B,C,D,E,F)	T_2
عدد لفات ملفاته AB = 25 لفة	
BC = 40 لفة	
CD = 60 لفة	
DE = 55 لفة	
EF = 600 لفة	
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
لمبة بيان نيون 230V~	N
موحد زينر 400mW/12V	DZ_1

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة توضح دائرة جهاز تثبيت الجهد المتردد ~220V وذلك باستخدام عدد ثلاثة ريليهات . والمحول الذاتى المستخدم فى الدائرة T_2 عبارة عن محول ملفه ينقسم إلى خمسة ملفات .

ملف الدخل DF وعدد لفاته 655 لفة ويوصل عليه جهد المصدر المتردد المراد تثبيته .

أما ملفات الخرج فتنقسم إلى نوعين النوع الأول ملفات رافعة ويشمل الملف الأول AF ، وعدد لفاته 780 لفة ، والملف الثانى BF وعدد لفاته 755 لفة أما الملف الثالث CF فعدد لفاته 715 لفة .

والنوع الثانى فهو الملف EF وعدد لفاته 600 لفة وهو الملف الخافض الوحيد

والمحول الآخر T_1 فيتكون من ملف ابتدائى وملفين ثانويين منفصلين أحدهما يخفض جهد المصدر المتردد إلى ~20V، حيث يتم توحيد هذا الجهد بواسطة قنطرة التوحيد (D_1 :D_4)، ويرشح بواسطة C_1 ويستخدم فى تغذية قنطرة المقارنة والتى تتكون من DZ_1 و R_1 (الفرع الأول)، R_2 و P_1 و R_3 (الفرع الثانى) وتستخدم كدائرة استشعار لحالة جهد المصدر من حيث انخفاضه أو ارتفاعه عن حد معين . وتتكرر هذه القنطرة ثلاث مرات بالدائرة، حيث إن الفرع (DZ_1 و R_1) مشترك مع كل قناطر المقارنة الثلاث .

أما الملف الثانوى الثانى للمحول T_1 فيخفض جهد المصدر إلى ~15V حيث يوحد هذا الجهد بواسطة قنطرة التوحيد (D_5 :D_8) ويرشح بواسطة C_2؛ وذلك للحصول على جهد مستمر لتغذية الريليهات الثلاث المستخدمة فى الدائرة RE_3 و RE_2 و RE_1 .

يتم ضبط المقاومات المتغيرة الثلاث P_1: P_3 كى يتم تغذية الريليهات الثلاث على حسب المقاومة المتصلة به بالتيار الكافي لتشغيله، حيث تضبط P_1 ليمر تيار خلال ملف الريلاىRE_1 عندما يكون جهد المصدر 175V ، وتضبط P_2 بحيث يمر تيار فى ملف الريلاى RE_2، وعندما يكون جهد المصدر 200V وتضبط P_3 عندما يكون

جهد المصدر يساوى 230V ليمر تيار فى ملف الريلاى RE_3 .

إذا كان جهد المصدر أقل من ~150V ، فإن كل الريليهات الثلاث لا تعمل وتكون جميعها فى وضع (N. C) ،وبالتالي فإن ملف الخرج المستخدم فى هذه الحالة هو الملف AF (780 لفة) ويمر جهد المصدر عن طريق النقاط (1 و 3 و 5) إلى الخرج ويكون هنا المحول عبارة عن محول رافع حيث يقوم برفع جهد المصدر من 150V إلى حوالى 178V على حسب العلاقة .

$$\frac{N_{AF}}{N_{DF}} = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\frac{780}{655} = \frac{V_o}{150}$$

$$V_o = (150 \times 780) / 655 = 178 \text{ V}$$

إذا زاد جهد المصدر إلى 175V فإن خرج قنطرة المقارنة الأولى (الجهد على الطرف المتحرك للمقاومةP_1) يزداد، وبالتالى يرتفع جهد انحياز الترانزستور Q_1 فيتحول إلى ON وبالتالى يتحول Q_4 إلى ON فيمر التيار الكهربى خلال ملف الريلاى RE_1 . عبر Q_4 مما يؤدى إلى تغيير وضع ريشة الريلاى إلى النقطة (2) .

وبالتالى يمر الخرج عن طريق النقاط (5 و 3 و 2) للريليهات الثلاث ويعتبر فى هذه الحالة الملف (BF) هو ملف الخرج (755 لفة)، وهو كما أسلفنا ملف رافع ويصبح جهد الخرج فى هذه الحالة مساويًا (201V) وذلك من العلاقة :

$$\frac{N_{BF}}{N_{DF}} = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\frac{755}{655} = \frac{V_o}{175}$$

$$V_o = (755 \times 175) / 655 = 201 \text{ V}$$

وبنفس الطريقة إذا زاد جهد المصدر إلى 200V فإن RE_2 يعمل ويتحول إلى وضع (N. O)، ويمر الخرج عن طريق الملف CF، ومن ثم يمر الخرج عن طريق (4 و 5) لكل من RE_3 و RE_2 فى حين لا يكون هناك تغيير فى حالة RE_1، وبنفس الطريقة يتحول جهد المصدر إلى حوالى 218V؛ ذلك لأن الملف CF كما سبق ملف رافع أيضاً.

أما إذا ازداد جهد المصدر إلى ~230V فإن خرج قنطرة المقارنة الثالثة يؤدى إلى ارتفاع الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P_3، وبالتالى يرتفع جهد انحياز قاعدة Q_3 فيتحول إلىON، وبالتبعية يتحول Q_4 إلى ON ويمر تيار خلال ملف RE_3 عبر Q_4 ومن ثم يتحول وضع ريشة RE_3 إلى وضع N.O ويمر الخرج عن طريق الملف EF (600 لفة) وهو ملف خافض كما ذكر. أى يمر الخرج عن طريق النقطة (6) للريلاى RE_3 ولا يتأثر كل من RE_1,RE_2 ، .

وهنا نلاحظ أن الدائرة عملت على خفض جهد الخرج عن جهد الدخل وأصبح جهد الخرج فى حدود 210V وذلك كما يلى :

$$\frac{N_{EF}}{N_{DF}} = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\frac{600}{655} = \frac{V_o}{230}$$

$$\therefore V_o = (600 \times 230)/655 = 210V\sim$$

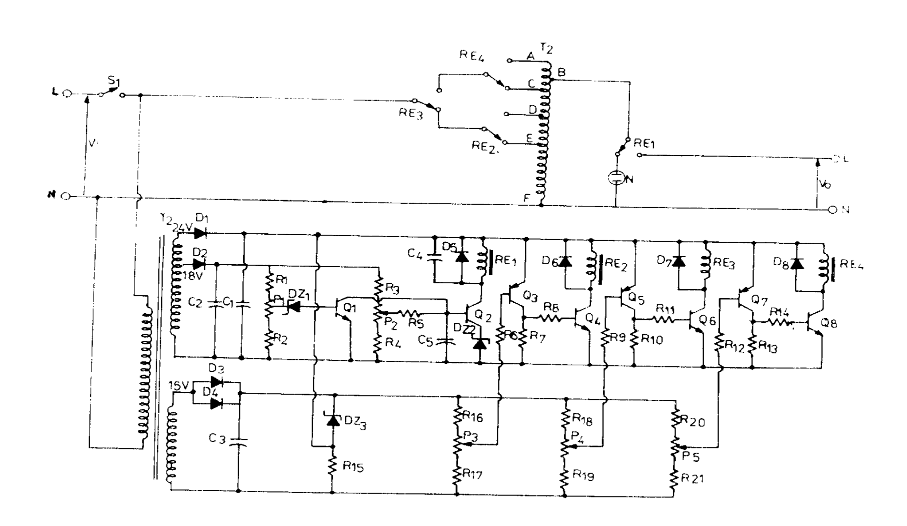
وعلى ذلك نلاحظ أن الدائرة تثبت الجهد فى مدى تغير حوالى 40V فى الخرج، فى حين أن مدى تغير الدخل يصل إلى حوالى 80V .

فبينما يتغير الدخل من 150V إلى 230V تقريباً، فإن خرج الدائرة يتغير من 178V إلى 218V ، وهذا المدى مناسب جداً لمعظم الدوائر التى تعمل على جهد متردد حوالى 220V ، حيث إن المدى الفعلى لخرج الدائرة يتراوح ما بين ~201V عند جهد مصدر 175V، وجهد خرج ~210V عند جهد دخل يساوى 230V تقريباً.

ولكن إذا قل جهد المصدر عن 175V فإن هذا يعنى أن المشكلة فى انخفاض جهد المصدر إلى تلك القيمة.

الدائرة رقم (40)

الشكل (٤-٢٣) يعرض دائرة مثبت جهد ~220V باستخدام أربعة ريليهات، حيث يستخدم أحدهم لتشغيل دائرة قطع عند ارتفاع جهد المنبع ارتفاعًا شديداً أو عند انخفاض جهد المنبع عن حد معين.



الشكل (٤-٢٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 5.6KΩ	R1 , R4
مقاومة كربونية 1.5KΩ (عدد 8)	R2,R3,R6,R9,R12,R16,R18,R20
مقاومة كربونية 1KΩ	R5,R17,R19,R21
مقاومة كربونية 2.2KΩ	R7,R10,R13

مقاومة كربونية 4.7 KΩ ‏ R_8, R_{11}, R_{14}

مقاومة كربونية 3.9 KΩ ‏ R_{15}

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

مقاومة متغيرة 1W/2.2KΩ ‏ P_1, P_2

مقاومة متغيرة 1W/4.7KΩ ‏ $P_3 : P_5$

مكثف كيميائى سعته 64V/100μF ‏ $C_1 : C_3$

مكثف كيميائى سعته 50V/50μF ‏ C_4, C_5

موحد سليكونى طراز 1N4002 ‏ $D_1 : D_4$

موحد سليكونى طراز 1N4148 ‏ $D_5 : D_8$

موحد زينر 400mW/9.1V ‏ DZ_1

موحد زينر 400mW/5.1V ‏ DZ_2

موحد زينر 400mW/12V ‏ DZ_3

ترانزستور NPN طراز BC147B ‏ Q_1, Q_2, Q_4, Q_6, Q_8

ترانزستور PNP طراز BC157 ‏ Q_3, Q_5, Q_7

ريلاى 24V ‏ $RE_1 : RE_4$

محول له نسبة تحويل 100mA-220/15V ‏ T_1

وله ملف ثانوى بنقطة المنتصف 500mA-220/(24,18)V

محول ذاتى ملفه مقسم إلى خمسة ملفات : ‏ T_2

لفة 55 DE ، لفة 25 AB

لفة 600 EF ، لفة 40 BC

لفة 60 CD

مفتاح قطب واحد سكة واحدة ‏ S_1

لمبة نيون 230V ‏ N

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة المبينة تستخدم عدد أربعة ريليهات، ثلاثة منها وهى RE2:RE4 تستخدم فى تصحيح جهد الدائرة، بينما يستخدم الرابع RE1 فى فصل الدائرة أتوماتيكيا (آلياً) عندما يقل جهد المنبع أو يزيد عن حد معين.

كما يلاحظ أن المحول الخافض T1 ملفه الثانوى يتكون من ثلاثة ملفات، أحدهم منفصل تماماً وهو الذى يعطى (15V) حيث يتم توحيد هذا الجهد بواسطة D3,D4 وترشيحه بواسطة C3، ويؤخذ هذا الجهد لتغذية دوائر قناطر المقارنة والتى يعتبر DZ3, R15 فرع مشترك مع كل من الفروع الثلاث الأخرى وهى R17,R16,P3 والتى تمثل الفرع الأول، أما الفرع الثانى فيتكون من R18,R19,P4 ،والفرع الثالث ويتكون من P5,R21,R20. ويتم ضبط المقاومات المتغيرة P3, P4, P5 على الجهود 175,200,230V لجهد المنبع على الترتيب، حيث تضبط المقاومة على الجهد المقابل لها بحيث يكون الريلاى الموصل بالترانزستور المتصل بها فى وضع N.C، وعلى ذلك فإن P3 تضبط RE2 ، P4 تضبط RE3، كما أن P5 تضبط الريلاى RE4 .

أما الملف الثانوى الثانى للمحول T1 والذى يعطى جهد ~24V، فيتم توحيد هذا الجهد بواسطة D1 وترشيحه بواسطة C1 ، وخرج دائرة التوحيد يغذى الريليهات الأربعة RE1:RE4 .

أما الجهد الأخير والذى يتم الحصول عليه من الملف الثانوى الثالث للمحول T1 فيساوى ~18V يوحد هذا الجهد ويرشح بواسطة C2,D2، وبذلك نحصل على جهد غير منظم يستخدم لتغذية دائرة القطع الأتوماتيكى لجهد الخرج والمكون من الترانزستورين Q1,Q2 وملحقاتهما من مقاومات R1:R5، وكذلك P1,P2 وموحدى الزينر DZ1,DZ2 والمكثف C5 حيث يتم ضبط كل من P2,P1 على القيمة الصغرى والعظمى لجهد المنبع الذى يعمل عنده الريلاى RE1 لكى يتم فصل جهد الخرج عن الحمل حتى لايكون هناك خطورة عليه من ارتفاع أو انخفاض جهد الدخل بصورة كبيرة .

فبضبط P1 على القيمة الصغرى لجهد الدخل تجعل الترانزستور Q1 فى حالة (OFF) فى هذه الحالة، أما عند ضبط P2 على القيمة العظمى لجهد الدخل فإن هذا

يعنى أنه فى هذه الحالة يكون Q_2 فى وضع ON، ولايكون للترانزستور Q_1 أى تأثير على كل منR_3,R_4,P_2، بينما يحصل Q_2 على جهد الانحياز الأمامى عن طريق R_3,P_2 ويبقى RE_1 فى وضع التوصيل للخرج أى أن ريشته تكون فى وضع (N.C).

كيفية عمل دائرة القطع الآلى:

١ – عند انخفاض جهد المنبع انخفاضاً شديداً فإن هذا الانخفاض يؤدى إلى خفض جهد انحياز قاعدة الترانزستور Q_2، حيث يصبح أقل من جهد DZ_1، ومن ثم يتحول الترانزستور إلى حالة الفصل OFF وعليه لايمر تيار خلال ملف الريلاى RE_1 فتتغير وضع ريشته إلى (N.O)، وتضاء اللمبة N دلالة على عدم صحة جهد الدخل، ويفصل الخرج عن الحمل الموصل على الدائرة.

٢ – عندما يزداد جهد المنبع زيادة عالية، فإن جهد النقطة المتحركة للمقاومة P_1 يصل بموحد الزينر DZ_1 إلى جهد الانهيار مما يحول الترانزستور Q_1 إلى وضع التوصيل ON.

بتوصيل الترانزستور Q_1 فإن جهد انحياز قاعدة Q_2 يمر من خلاله إلى أرضى الدائرة، فيتحول Q_2 إلى حالة الفصل OFF، وعلى ذلك تفصل ريشة الريلاى RE_1 ويتحول إلى وضع (N.O) مما يؤدى إلى فصل الخرج عن الحمل، وتضاء اللمبة N للدلالة على عدم صحة جهد المنبع.

المقاومة R_5 والمكثف C_5 يساعدان على عدم تكرار فتح وغلق ريشة الريلاى RE_1 عند التغير السريع لجهد المنبع وعلى هذا فإنه يجب فصل المكثف C_5 عند بدء ضبط الدائرة.

كيفية توصيل جهد الخرج للحمل:

يؤخذ خرج الدائرة عن طريق النقطة B للمحول T_1، ومن ثم تعتبر النقطة B فقط موصلة بطرف خرج الدائرة عندما يكون الريلاى RE_1 فى وضع (N.C)، ويحدث ذلك فقط عندما يكون جهد المنبع واقع خلال المدى المضبوط عليه كل من P_1,P_2 فعندما يكون جهد المنبع أقل من القيمة المضبوط عليها P_1 فإن كل الريليهات فى هذه الحالة تكون غير فاعلة ولا يكون هناك خرج.

إذا ارتفع جهد المنبع عن القيمة المضبوط عليها P_1 فإن RE_1 تصبح ريشته فى وضع N.C وفى نفس الوقت يتم توصيل جهد المنبع إلى النقطة E للمحول T_1 وذلك لكون كل من RE_2,RE_3 فى وضع (N.C) .

وعندما يرتفع جهد المنبع عن القيمة المضبوط عليها P_3 فإن RE_2 يتحول إلى وضع (N.O) وبالتالى يتم ترحيل الدخل إلى نقطة D من النقطة E عن طريق الوضع N.C للريلاى RE3 .

وعند زيادة جهد المنبع عن القيمة المضبوط عليها P_4 يتحول RE_3 إلى الوضع N.O، ويتم ترحيل الدخل إلى النقطة C على المحول T_1 عن طريق الوضع N.C للريلاى RE4، والوضع N.O للريلاى RE_3 ،وإذا زاد جهد المنبع عند القيمة المضبوط عليها P_5 (~230V) فإن الريلاى RE4 يتحول إلى (N.O)، ويتم توصيل الدخل إلى نقطة A من نقطة C وعلى ذلك يبدأ المحول T_1 فى العمل كمحول خافض [عن طريق الوضع (N.O) لكل من RE3,RE4] . أما إذا زاد جهد المنبع عن الحد المضبوط عليه P_2 فإن RE_2 يتحول إلى وضع N.O وتضاء اللمبة (N) دلالة على عدم صحة جهد المنبع وفصل خرج المحول (B) عن أطراف خرج الدائرة المتصلة بالحمل لحمايته .

الملاحــــق

ملحق رقم (1)

تنفيذ المشاريع الالكترونية

يمكن تنفيذ المشاريع الالكترونية باستخدام:

١ - لوحة التجارب Bread Board.

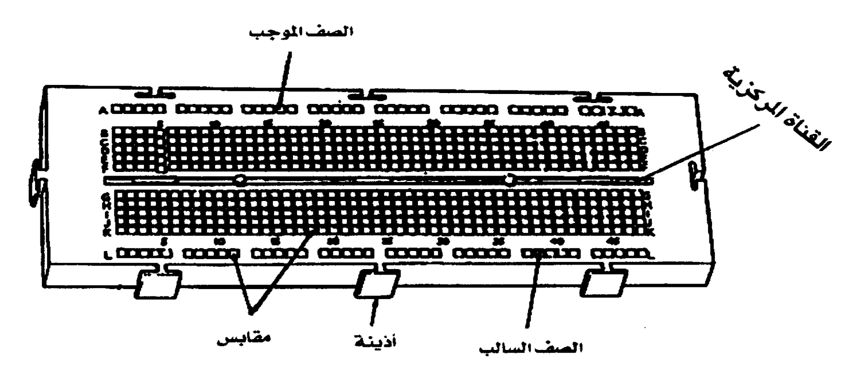
٢ - لوحات الدوائر المطبوعة (P.C.B).

٣ - اللوحات المثقبة Matrix Boards.

١ - لوحة التجارب Bread Board

لوحة التجارب هى لوحة تستخدم فى تنفيذ الدوائر الالكترونية بدون لحام، ويمكن بسهولة تبديل عنصر مكان عنصر لمعرفة التأثير الناتج عن هذا التغيير فى أداء الدائرة.

والشكل رقم (١) يبين أحد نماذج لوحات التجارب.



الشكل (١)

يحتوى هذا النموذج على 12 صفًا، والصف العلوى والسفلى يتكون كل منهما من 40 قابسًا متصلة فيما بينها لكل صف. ويخصص الصف العلوى عادة للجهد

الموجب للدائرة الالكترونية، فى حين يخصص الصف السفلى للجهد السالب أما باقى الصفوف العشرة فيحتوى كل منها على 50 قابسًا وتتصل مقابس كل عمود أعلى القناة المركزية معاً وكذلك تتصل مقابس كل عمود أسفل القناة المركزية معاً، فمثلاً تتصل المقابس B10 , C10 , D10 , E10 , F10 معاً وكذلك تتصل المقابس G5 , H5 , I5 , J5 , K5 معاً. وهكذا. حيث إن G5 يعنى القابس الموجود فى الصف G والعمود رقم 5.

ويزود هذا النموذج بمجموعة من الأذينات والشقوق على الجوانب الأربعة للوحة لغرض تجميع أكثر من لوحة تجارب معاً لعمل لوحة تجارب ذات مساحة كبيرة لإمكان تنفيذ الدوائر الالكترونية الكبيرة عليها.

والجدير بالذكر أنه لايعتمد على لوحات التجارب فى تنفيذ المشاريع الالكترونية عليها بشكل نهائى، بل تستخدم فقط فى اختبار الدائرة قبل تنفيذها باستخدام لوحات الدوائر المطبوعة أو اللوحات المثقبة أو أى نوع آخر من لوحات التنفيذ النهائى.

٢ – لوحات الدوائر المطبوعة (P.C.B)

تصنع هذه اللوحات من الفيبر أو البكاليت أو الألياف الزجاجية، وتغطى أحد وجهيها أو كليهما بطبقة رقيقة من النحاس. وتنقسم إلى:

أ – لوحات بوجه واحد من النحاس.

ب – لوحات بوجهين من النحاس.

جـ – لوحات بوجه نحاسى مغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافى).

د – لوحات بوجهين من النحاس المغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافية).

أولا: خطوات تنفيذ المشاريع الالكترونية على لوحة بوجه واحد من النحاس.

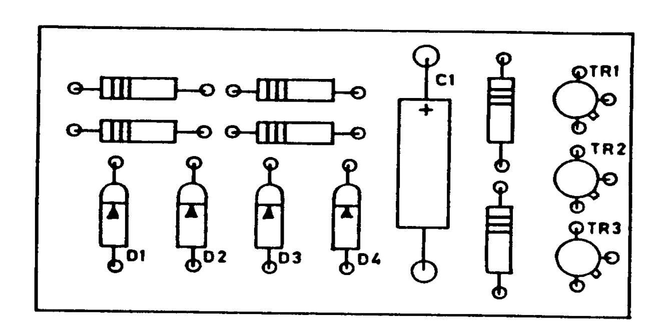
هناك عدة مراحل يجب اتباعها لتنفيذ المشاريع الالكترونية على هذا النوع من اللوحات وهى:

أ – توزيع العناصر المستخدمة فى الدائرة.

تتم خطة توزيع العناصر المستخدمة فى دائرة المشروع الالكترونى المراد تنفيذه

أولاً باستخدام ورقة من الشفاف، تثبت على ورقة مربعات صغيرة محدداً عليها الأبعاد الحقيقية للوحة المستخدمة حيث ترسم المساقط الأفقية للعناصر الالكترونية المستخدمة بالأبعاد الحقيقية لكل عنصر داخل إطار لوحة التوصيل، كما أنه يجب مراعاة توزيع العناصر داخل إطار لوحة التوصيل توزيع مناسب بأسلوب يتيح الاستغلال الأمثل لمساحة اللوحة ،كما يجب أن يكون أحد محاور تلك العناصر موازياً لأحد أبعاد لوحة التوصيل.

والشكل رقم (٢) يبين طريقة التنظيم الجيد للعناصر الالكترونية لأحد اللوحات النحاسية المستخدمة .



الشكل (٢)

ب - تصميم مخطط التوصيل:

تقلب ورقة الشفاف وتحدد نهايات أطراف توصيل العناصر الالكترونية والتى تمثل نقاط لحام (تثبيت) العناصر على لوحة التوصيل، ثم تحدد نقاط الدخل والخرج وكذلك النقاط المساعدة كالتى يراد بواسطتها إجراء بعض القياسات على الدائرة أو توصيل أجهزة إلى الدائرة وما إلى ذلك.

ثم بالاستعانة بدائرة سير التيار للمشروع (الدائرة النظرية)، يتم التوصيل بين تلك النقاط بما يحقق الهدف من الدائرة.

جـ - نقل مخطط التوصيل على الوجه النحاسى للوحة التوصيل.

بعد المراجعة والتأكد من صحة مخطط التوصيل الذى تم تنفيذه على ورقة الشفاف، تطبق ورقة الشفاف على الوجه النحاسى للوحة التوصيل على أن يكون

اتجاه مخطط التوصيل لأعلى، ثم توقع جميع نقاط مخطط التوصيل على الوجه النحاسى. وباستخدام الرموز والمسارات اللاصقة المختلفة يتم فى البداية لصق نقاط تثبيت المقاومات والمكثفات والترانزستورات .... إلخ فى أماكنها المحددة على لوحة التوصيل، ثم تلصق قواعد الدوائر المتكاملة مع الأخذ فى الاعتبار اتجاه الرجل رقم (١) لأى دائرة متكاملة.

وبعد تثبيت جميع نقاط اللحام يتم التوصيل فيما بينها باستخدام المسارات اللاصقة والمناسبة للتيار المار فى الدائرة، وذلك كما هو موضح بالجدول رقم (١) والذى يوضح العلاقة بين شدة التيار المار وعرض المسار المستخدم.

الجدول (١)

التيار mA	< 500 mA	500 : 1500	1500 : 3000
عرض المسار mm	0.6	1.6	3

كما أنه يجب تجنب حدوث أى تقاطعات بين المسارات أو تلامس فيما بينها لتفادى حدوث دوائر قصر، وكذلك لصق نقاط التثبيت والمسارات بطريقة جيدة حتى لاتحدث دوائر مفتوحة فى مسار التيار، مع الأخذ فى الاعتبار عدم ملامسة طبقة النحاس أثناء العمل بالأيدى مباشرة حتى لاتحدث مشاكل عند التحميض؛ ولذا يفضل لبس القفازات المرنة أثناء العمل.

د - التحميض والتثقيب.

توضع لوحة التوصيل بعد الانتهاء من تنفيذ مخطط التوصيل على الوجه النحاسى وبصورة سليمة داخل كيس من البلاستيك، ويصب عليها قليل من الحامض المستخدم [محلول كلوريد الحديد (350 جرام من كلوريد الحديد + 0.5 لتر ماء)]، ثم يغلق الكيس جيداً ويوضع فى ماء ساخن مع التحريك على أن يكون اتجاه التوصيلات لأسفل وذلك للإسراع فى عملية التحميض.

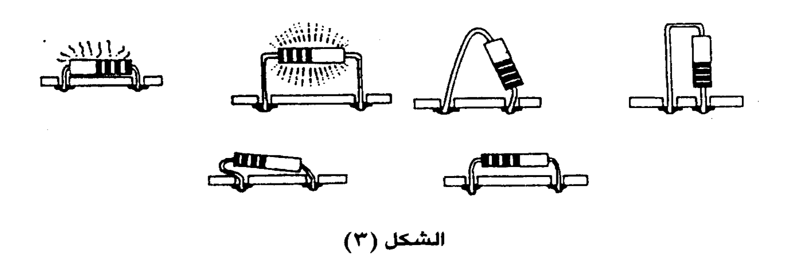
بعد التأكد من التخلص من طبقة النحاس غير المستخدمة تخرج اللوحة من الكيس البلاستيكى، وتغسل تحت ماء جارٍ وتجفف، ومن ثم وباستخدام قطعة من ليف السلك الناعم تزال نقاط التثبيت والمسارات اللاصقة برفق، ثم تغسل مرة أخرى وتجفف بسرعة وترش بمادة بلاستيكية لعدم أكسدة طبقة النحاس الممثلة لمخطط التوصيل.

تثقب نقاط التوصيل بواسطة مثقاب خاص وباستخدام ريشة لها قطر مناسب لنقطة التثبيت، حيث تمر تلك الريشة بالنقطة المفرغة الموجودة بمركز نقطة التثبيت.

هـ - تثبيت العناصر الالكترونية

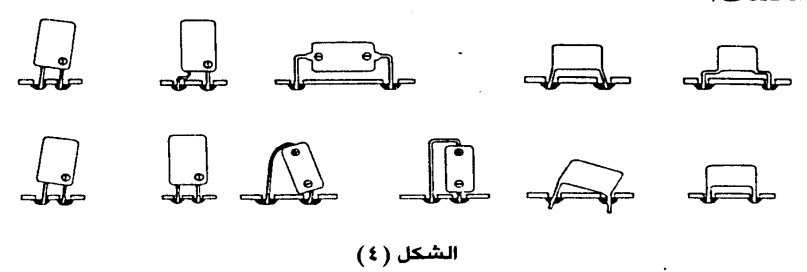
يفضل تثبيت العناصر الأنبوبية الشكل (مقاومات - ثنائيات) أفقياً، فى حين ينصح بالتثبيت الرأسى عندما تكون مساحة اللوحة المستخدمة غير كافية (يراعى ذلك عند خطة توزيع المكونات على لوحة التوصيل) كما يجب المحافظة على مسافة معقولة بين العنصر واللوحة المطبوعة للتهوية الجيدة.

الشكل (٣) يبين طريقة التثبيت الصحيحة والخاطئة للمقاومات.



الشكل (٣)

أما الشكل (٤) فيبين طرق التثبيت الصحيحة والخاطئة لأنواع مختلفة من المكثفات.

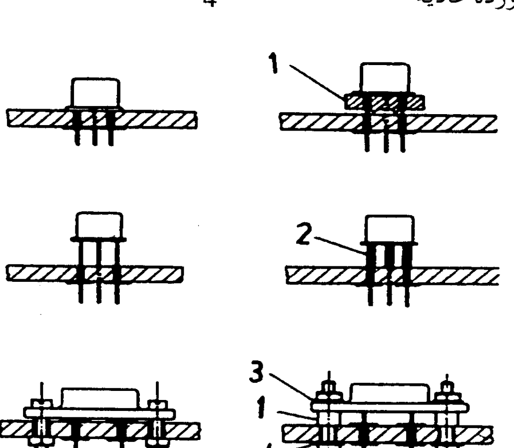


الشكل (٤)

ويعرض كذلك الشكل (٥) طرق تثبيت الترانزستورات الصغيرة (أ) وكذلك طرق تثبيت ترانزستورات القدرة (ب)

حيث إن :

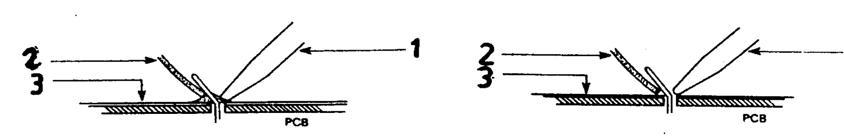
فاصل	1
جلبة	2
وردة زنبركية	3
وردة عادية	4



الشكل (٥)

و - لحام العناصر الالكترونية

باستخدام القصدير وكاوية اللحام يتم تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة كما بالشكل (٦)



الشكل (٦)

حيث إن :

سلاح كاوية اللحام	1
سلك القصدير	2
طبقة النحاس للوحة المطبوعة	3

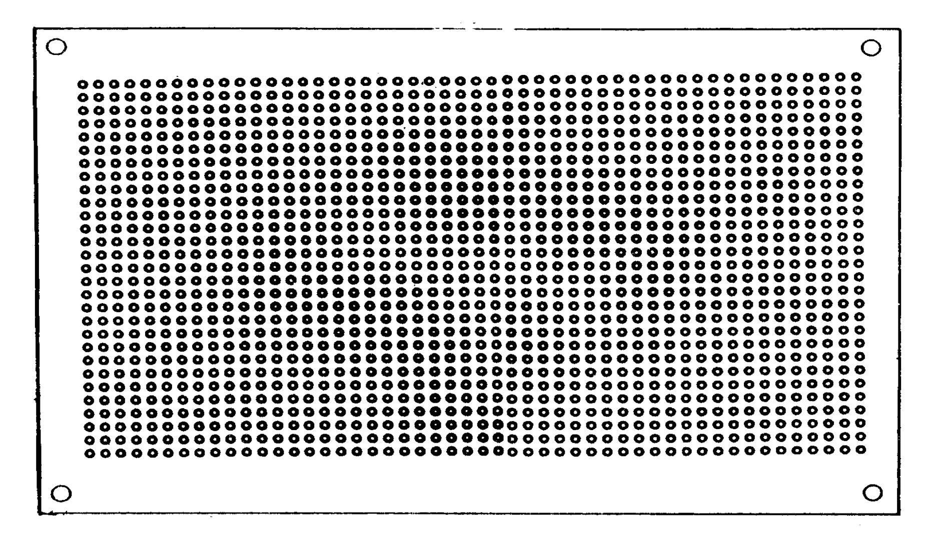
٣ – اللوحات المثقبة

تستخدم اللوحات المثقبة فى تنفيذ المشاريع الالكترونية وذلك لمن لم يتوفر لديهم الخبرات اللازمة لتنفيذ المشاريع الالكترونية على اللوحات المطبوعة (PCB) .

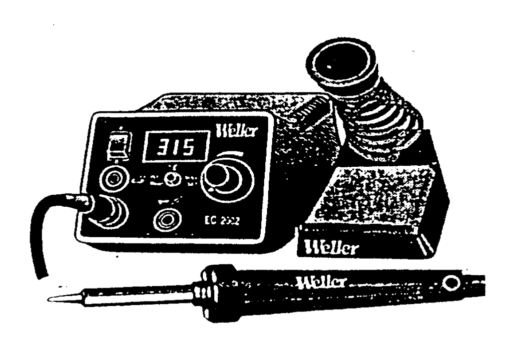
وتصنع هذه اللوحات من الفيبر جلاس أو البكاليت، ويثبت عليها نقاط توصيل نحاسية مثقبة على مسافات متساوية 0.1 بوصة . وبهذه الطريقة يمكن الحصول على اختيارات متعددة لأماكن العناصر الالكترونية مما يسهل عملية التوصيل فيما بينها . ويتم تثبيت العناصر الالكترونية من الوجه العلوى للوحة مثقبة، فى حين يتم عمل التوصيلات اللازمة بين العناصر الالكترونية باستخدام أسلاك نحاسية معزولة أو عارية مساحة مقطعها $0.5mm^2$ من الوجه الخلفى .

والجدير بالذكر أنه يمكن فك العناصر بعد تنفيذ المشروع وذلك لاستخدام اللوحة المثقبة فى مشروع آخر، وهذا ما لايتحقق عند استخدام اللوحات المطبوعة .

والشكل (٧) يعرض نموذجًا للوحة مثقبة، ويعاب على اللوحات المثقبة انفصال نقاط النحاس إذا تعرضت لدرجات حرارة عالية؛ لذلك يفضل استخدام كاويات لحام من النوع الذى يمكن التحكم فى درجة حرارته والمبين بالشكل (٨) .



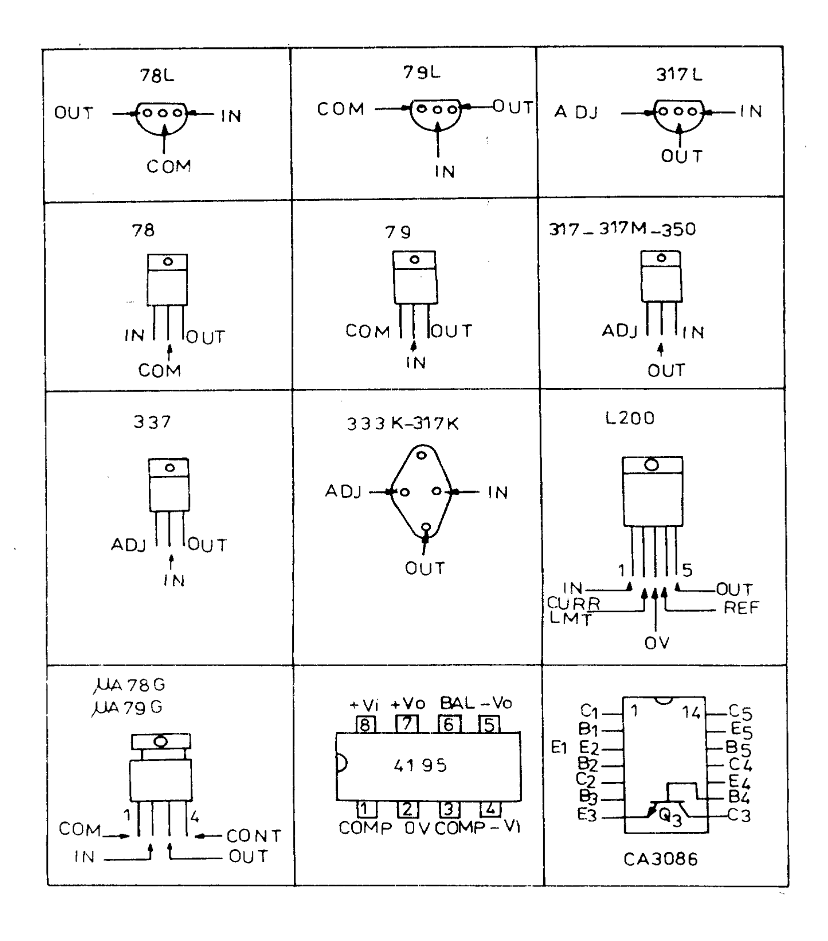
الشكل (٧)



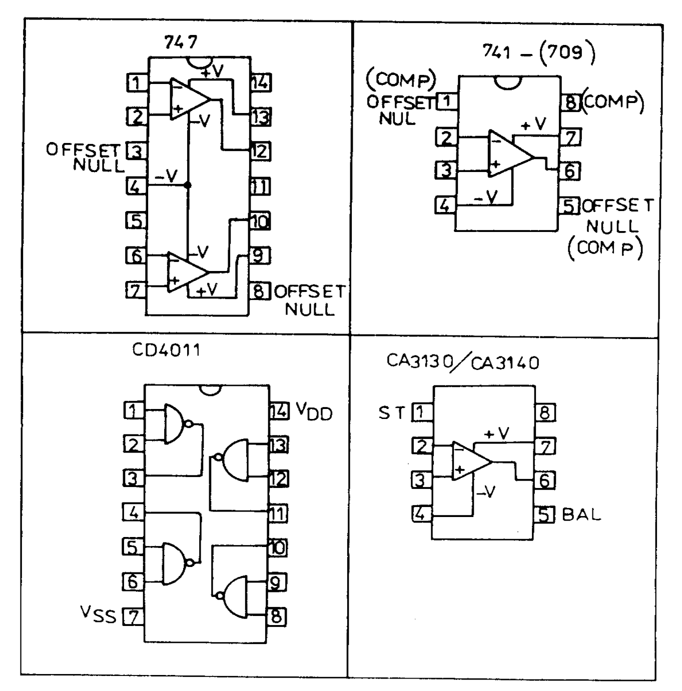
الشكل (٨)

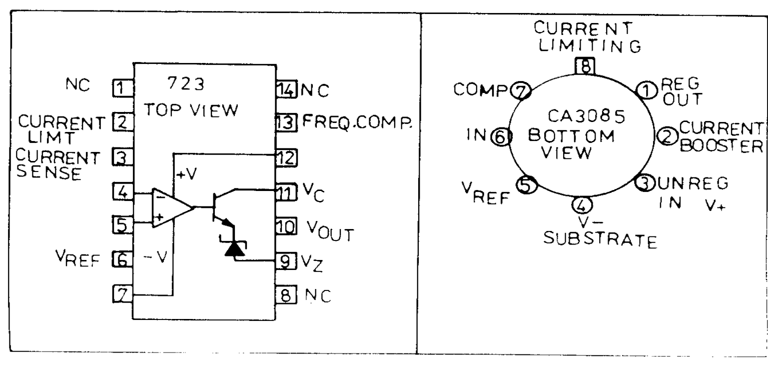
ملحق - ٢ أوضاع أرجل أشباه الموصلات المستخدمة فى المشاريع

أولا : أوضاع أرجل منظمات الجهد المتكاملة



ثانيا : أوضاع أرجل مكبرات العمليات المستخدمة





ثالثا : أوضاع أرجل الترانزستورات والثايرستورات

BC107 BC108 BC140 BC160 BC177 BC178 SK100 SL100 BFY51 2N2102 C B E	BC147 BC148 BC157 C B E	BD139 C B E
2N3055 2N3442 B C E	BD135 BD137 E C B	BC187 BC547 BC557 E B C
NA51W BD242 TIP31 TIP142 2N5294 B C E	TiC106 K A G	2N3904 C B E

سلسلة المشاريع الالكترونية

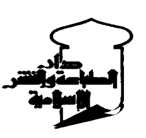
صدر من هذه السلسلة

- الدوائر الأمنية فى المنشآت والسيارات .
- دوائر عملية لأجهزة الفحص والقياس .
- تجارب ومشاريع عملية على استخدام الدوائر الرقمية TTL .
- مصادر القدرة المستمرة ومثبتات الجهد المتردد .

كتب تحت الطبع

- تجارب ومشاريع عملية على استخدام الدوائر الرقمية COMS .
- مشاريع عملية على استخدام مكبرات العمليات OP.AMP .
- المذبذبات والمؤقتات الزمنية ومولدات الدوال .
- دوائر عملية لأجهزة شحن البطاريات وإضاءة الطوارئ .

الناشـــر



مطابع دار الطباعة والنشر الإسلامية
العاشر من رمضان المنطقة الصناعية ب ٢ - تليفاكس : ٣٦٣٣١٤ - ٣٦٢٣١٣
مكتب القاهرة : مدينة نصر ١٢ ش ابن هانيء الأندلسي ت : ٤٠٣٨١٣٧ - تليفاكس : ٤٠١٧٠٥٣